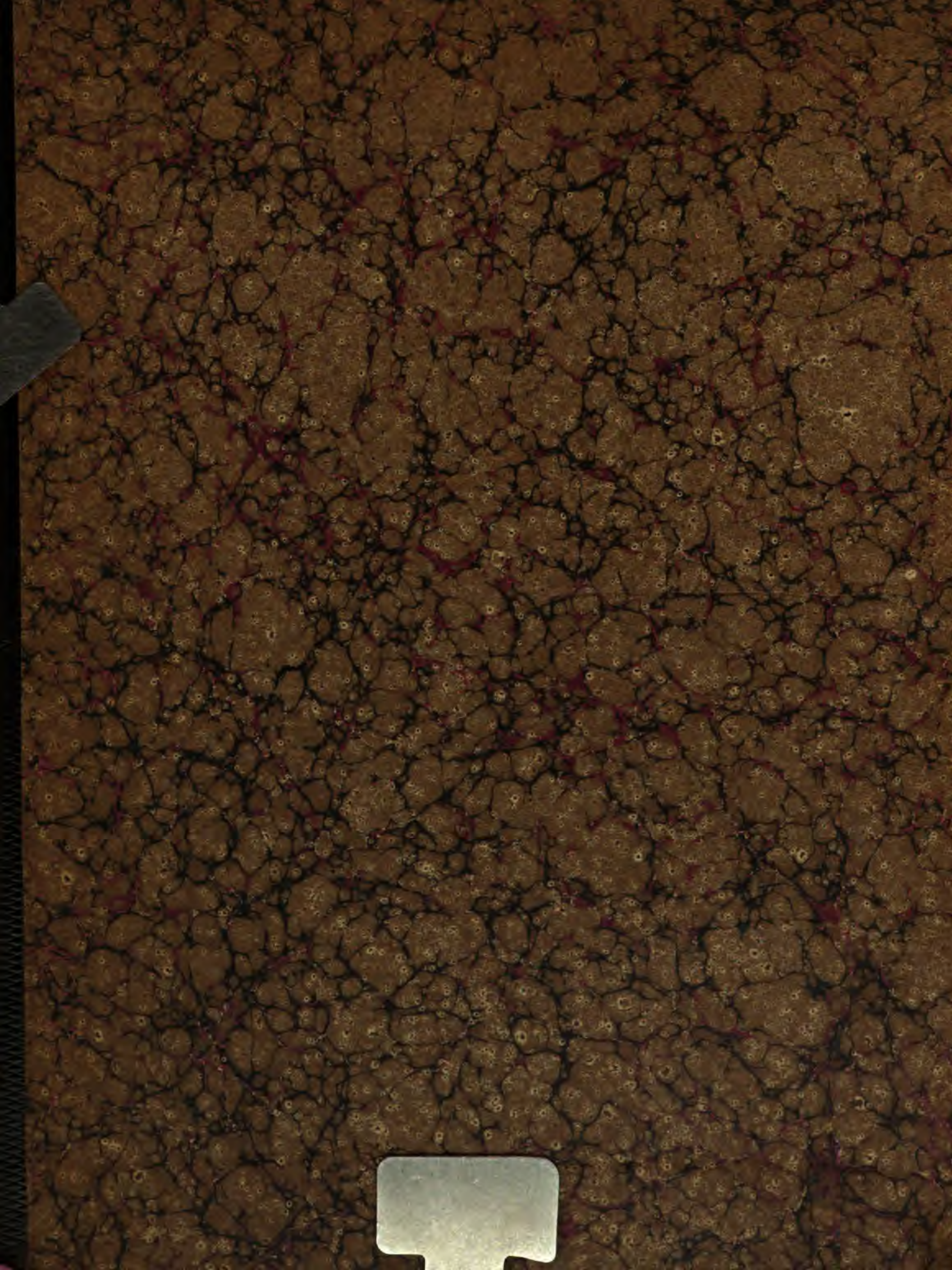




LA

REVUE SCIENTIFIQUE


A. Quantin imprimeur
S. Benoît, 7 à Paris

LA

REVUE SCIENTIFIQUE

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

REVUE DES COURS SCIENTIFIQUES (2^E SÉRIE)

COLLÈGE DE FRANCE
MUSÉUM D'HISTOIRE NATURELLE — SORBONNE — ÉCOLES DE PHARMACIE
FACULTÉS DE MÉDECINE — SOCIÉTÉS SAVANTES
FACULTÉS DES SCIENCES — UNIVERSITÉS ÉTRANGÈRES
CONFÉRENCES LIBRES
TRAVAUX SCIENTIFIQUES FRANÇAIS ET ÉTRANGERS

Avec 48 figures intercalées dans le texte

DEUXIÈME SERIE — TOME XIX

TOME XXVI DE LA COLLECTION

10e ANNÉE — 1er SEMESTRE

JUILLET 1880 A JANVIER 1881

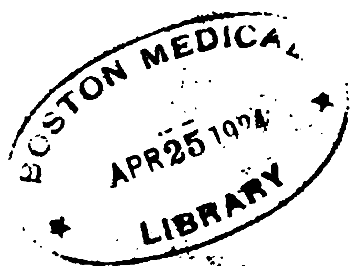
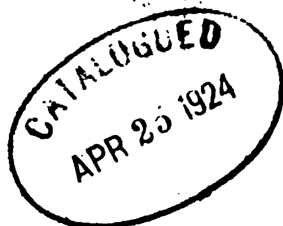
PARIS

LIBRAIRIE GERMER BAILLIÈRE ET Cie

108, BOULEVARD SAINT-GERMAIN, 108

Au coin de la rue Hautefeuille

1880


BOSTON MEDICAL
APR 25 1924
LIBRARY

CATALOGUED
APR 25 1924

LA

REVUE SCIENTIFIQUE

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

REVUE DES COURS SCIENTIFIQUES (2e SÉRIE)

DIRECTEURS : MM. ANTOINE BREGUET ET CHARLES RICHET

2e SÉRIE — 10e ANNÉE | NUMÉRO 1 | 3 JUILLET 1880

Paris, le 2 Juillet 1880.

Le Muséum d'histoire naturelle vient de publier le rapport annuel des professeurs pour l'année 1879. Cette brochure est instructive à plus d'un titre. Elle montre d'abord les services rendus par le Muséum; mais elle montre surtout tous ceux qui pourraient être rendus à l'avenir, si des subventions plus considérables venaient aider les efforts des professeurs et des aides-naturalistes.

Il n'y a peut-être pas dans toute l'Europe d'établissement scientifique dont la conception soit aussi originale que l'a été celle du Muséum. Réunir dans le même jardin toutes les collections d'histoire naturelle, avec une bibliothèque, des laboratoires, des amphithéâtres pour les cours, ce fut une idée heureuse et féconde.

On sait les fruits qu'elle a portés, et il n'est pas besoin de rappeler tout le profit que la science a tiré des travaux de Geoffroy Saint-Hilaire, Cuvier, Lamarck, Claude Bernard, etc. En Angleterre, en Hollande, en Allemagne, on s'est empressé d'imiter le Muséum d'histoire naturelle. On a créé des Instituts analogues; cependant d'une manière générale, le Jardin des plantes de Paris reste unique en son genre. Mais il faudra, pour maintenir cette supériorité, construire de nouveaux bâtiments, faire de nouvelles salles et suffire à toutes les exigences du développement de la science.

« Les travaux matériels, dit le professeur de botanique, sont entravés par l'insuffisance déplorable des locaux. La situation s'aggrave tous les jours par l'accroissement de nos collections.

« L'espace manque pour placer les objets acquis ou annoncés, dit M. de Quatrefages. Le local destiné aux collections est encombré au point de ressembler à un magasin bien mieux qu'à une galerie ouverte au public. Une foule d'objets parfois des plus intéressants restent en magasin, sans pouvoir être mis sous les yeux du public, ou entre les mains des hommes de science.

« Il reste beaucoup à faire, dit M. Alphonse Milne-Edwards il serait nécessaire de reconstruire le bâtiment des animaux féroces : il n'y a pas de retraite d'hiver pour les grands herbivores. La situation des gardiens est insuffisante, et, si les choses restent dans l'état actuel, il deviendra impossible de recruter un personnel digne de confiance. Le budget alloué au Muséum pour l'acquisition des animaux vivants est tout à fait insuffisant. »

M. Vaillant demande une installation spéciale pour instituer des expériences sur la fécondation artificielle.

M. Gaudry appelle l'attention sur la nécessité d'établir dans le Jardin des plantes des galeries spécialement destinées à la paléontologie.

Le professeur de physique parle de l'insuffisance des locaux et de l'allocation budgétaire (3000 fr. en tout).

Le bibliothécaire constate qu'il est nécessaire d'ajouter de nouveaux casiers à la bibliothèque. « L'étendue du local actuel a été calculée pour 40 000 volumes, elle en contient aujourd'hui plus de cent mille, de sorte que de nombreux ouvrages sont détériorés, et le service public devient de plus en plus embarrassant. »

Nous n'avons rien à ajouter à de pareilles affirmations. Elles sont très positives. La conclusion est qu'il faudra la prochaine année consacrer beaucoup d'argent à l'amélioration de notre beau Muséum d'histoire naturelle.

Certes, depuis quelques années, on a déjà beaucoup fait pour l'enseignement supérieur; mais il reste plus encore à faire. La science est plus exigeante qu'il y a un siècle. Les appareils sont coûteux, les dépenses de toutes sortes s'accroissent à mesure que le nombre des étudiants devient plus considérable Il y a, dit-on, moins de savants en France, que dans les autres pays. La cause de cette infériorité numérique, c'est l'insuffisance des ressources mises par l'État à la disposition des travailleurs.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

CONFÉRENCE DE M. W. CROOKES

Études de physique moléculaire dans les gaz très raréfiés.

J'ai déjà décrit (1) l'appareil dont je me suis servi pour faire converger au même point les rayons moléculaires lancés électriquement du pôle négatif dans un gaz très raréfié, et dans lequel j'ai donné au pôle la forme d'un demi-cylindre. Si l'on se reporte à la figure qui représente cette expérience, il faut remarquer que la phosphorescence verte du verre — phosphorescence qui indique la présence des rayons moléculaires — ne se manifeste pas auprès du pôle négatif. J'ai constaté depuis qu'il n'y a absolument aucune phosphorescence lorsque la surface impressionnable se trouve dans la petite zone obscure qui entoure le pôle négatif dans le vide incomplet. A mesure que le gaz se raréfie, la zone obscure s'élargit, et la phosphorescence commence à se manifester seulement en dehors de la marge lumineuse. Si l'on pousse le vide plus loin, la bande lumineuse qui entoure la zone obscure devient plus large, tout en perdant de son éclat; puis elle finit par disparaître, et c'est alors seulement que la phosphorescence envahit toute la surface. J'ai fait construire plusieurs appareils différents pour constater ce phénomène, et, dans tous les cas, les résultats obtenus ont confirmé mes premières observations et démontré qu'il n'existe point de phosphorescence dans la zone obscure.

Dans l'hypothèse du courant moléculaire, qui semble jusqu'ici assez bien établie, les molécules du gaz rémanent, en venant toucher le pôle négatif, se chargent d'électricité négative et sont immédiatement lancées loin du pôle en vertu de la répulsion mutuelle de deux corps chargés de la même espèce d'électricité. Si chaque molécule n'était soumise qu'à l'impulsion initiale donnée par le pôle négatif, elle suivrait une direction rigoureusement perpendiculaire à la surface qui la repousse et resterait animée de sa vitesse originelle. Mais comme toutes les molécules sont chargées d'électricité négative, elles se repoussent entre elles et divergent dans le sens latéral. De plus, le pôle négatif donne non seulement aux molécules une impulsion initiale, mais encore il continue à exercer sur elles une action répulsive, de sorte que la vitesse des molécules s'accélère à mesure qu'elles s'éloignent du pôle. La divergence latérale des molécules, due à leur électricité négative, doit naturellement s'accroître avec l'intensité de la charge qu'elles ont reçue; au contraire, plus elles auront subi de collisions, plus elles perdront de leur électricité négative, et moins leur faisceau divergera.

Si nous admettons que la phosphorescence soit due, directement ou indirectement, au choc des molécules sur la surface phosphorescente, il faut supposer à ces molécules une vitesse assez considérable. Dans la zone sombre, si le gaz est peu raréfié, la vitesse ne suffit pas à déterminer la phosphorescence; mais si le degré de raréfaction augmente, la course libre moyenne est assez longue pour permettre aux molécules d'acquérir la vitesse nécessaire à la production du phénomène lumineux. Lorsque le vide est poussé très loin, la phosphorescence a lieu de plus en plus près du pôle négatif, et cela provient, à mon avis, de la seule vitesse initiale des molécules.

La bande lumineuse qui limite la zone obscure autour du pôle négatif est probablement due aux chocs des molécules entre elles : ce choc doit rendre le gaz phosphorescent, tout comme le choc des molécules contre le verre rend celui-ci phosphorescent.

Voici quelques expériences dont l'idée m'a été suggérée par M. le professeur Maxwell :

J'ai fait faire un tube de la forme indiquée dans la figure 1. L'électrode *a* est une plaque d'aluminium rectangulaire,

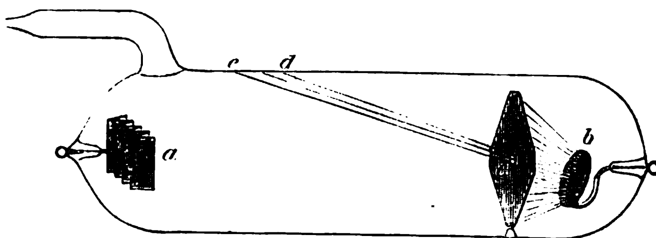


Fig. 1.

pliée, comme on le voit sur la section que représente la figure 2; l'électrode *b* est un disque d'aluminium plat, placé obliquement par rapport à l'axe du tube. En face du pôle *b* est fixé un écran de mica percé d'une petite ouverture excentrique *c*; de sorte que des rayons partis du centre de la plaque *b*, dans une direction normale à cette plaque, puissent passer par l'ouverture et venir frapper le verre en *d*, et qu'en même temps des rayons passant directement entre les pôles *a* et *b* puissent aussi passer par cet orifice.



Fig. 2.

Voici les questions que cet appareil devait résoudre 1° des molécules seraient-elles projetées du pôle négatif *a* en deux séries de couches planes perpendiculaires aux faces de chaque angle dièdre, ou la projection serait-elle perpendiculaire à l'ensemble de l'électrode, c'est-à-dire suivrait-elle l'axe du tube? 2° les rayons moléculaires

(1) Voir *Revue scientifique* du 25 octobre 1879, p. 385, *la Matière radiante*.

lancés du pôle *b*, quand ce dernier sera rendu négatif à son tour, passeraient-ils par l'ouverture de l'écran en suivant l'axe du tube, c'est-à-dire en allant directement au pôle positif, ou suivraient-ils la normale à la surface du pôle *b*, pour aller frapper le verre en *d*?

Le vide une fois fait dans le tube, en mettant celui-ci en communication avec une bobine d'induction, voici les résultats que j'ai obtenus : avec un degré de raréfaction moyen, en prenant l'électrode *a* pour pôle négatif, cette électrode était entièrement entourée d'un espace obscur, dans lequel je remarquais de légères déviations en face de chaque creux ; à chacun de ces angles rentrants correspondait un foyer linéaire de lumière bleue. La figure 2 représente une section horizontale de l'appareil dans ces conditions. Si l'on pousse le vide plus loin, la bande lumineuse disparaît, et les rayons

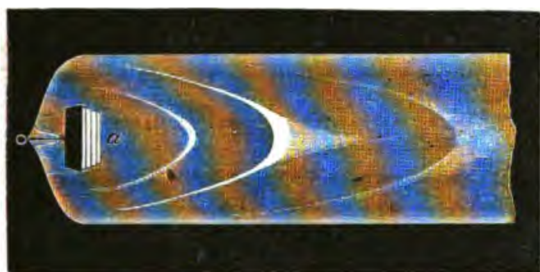


Fig. 3.

qui formaient auparavant les foyers bleus sont alors projetés sur la surface interne du tube, où ils se manifestent sous forme de portions d'ellipses résultant de l'intersection des différentes nappes de rayons moléculaires et des parois cylindriques du tube, comme le montre la figure 3.

En rendant négatif le pôle *b*, et en raréfiant le gaz de manière à obtenir une zone obscure d'environ 8 millimètres autour du pôle, j'ai d'abord constaté l'existence d'un rayon de lumière bleu foncé jaillissant par l'ouverture de l'écran de mica et se dirigeant obliquement vers la paroi du tube, mais sans l'atteindre. La figure 4 montre la zone obscure au-

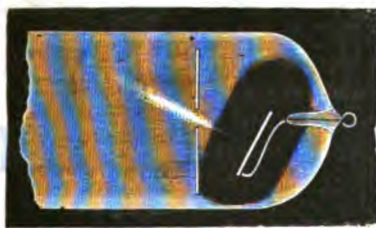


Fig. 4.

tour du pôle *b*, et le rayon de lumière bleue. Avec une raréfaction plus grande du gaz, ce rayon bleu a disparu, ainsi que la bande lumineuse qui entourait la zone obscure, et bientôt une tache ovale verte s'est montrée sur la paroi du tube, exactement à l'endroit déjà marqué comme devant être occupé par les rayons perpendiculaires à la surface du pôle.

Il s'est trouvé que cette tache lumineuse ovale tombait sur une partie du tube où tombait aussi l'une des projections lumineuses elliptiques parties du pôle *a*, lorsque celui-ci était négatif. Ainsi, en renversant le commutateur, je pouvais à volonté faire tomber sur la même partie du verre tantôt une bande étroite de lumière phosphorescente verte venue de *a*, tantôt un ovale plus large de lumière verte venue de *b*.

La bande lumineuse étroite présentait une phosphorescence verte très brillante ; si je renversais le commutateur, de manière à obtenir la tache lumineuse ovale, je voyais celle-ci coupée en son milieu par une bande plus sombre, où la phosphorescence était bien moins intense.

Pour obtenir ce phénomène d'une façon encore plus frappante, je fis préparer un tube contenant, en face du pôle négatif, une croix de métal, qui pouvait tourner autour d'une charnière. L'image bien nette de la croix avait été projetée sur l'extrémité phosphorescente du tube, où elle s'était dessinée en noir sur un fond vert. Après avoir laissé agir le courant pendant quelque temps, je donnai à l'appareil un choc brusque qui fit tomber la croix, et aussitôt je vis apparaître sur le verre une croix verte brillante sur un fond plus sombre. La partie du verre d'abord recouverte par l'ombre de la croix avait été garantie par celle-ci du bombardement moléculaire et brillait maintenant d'un vif éclat, tandis que les portions adjacentes du verre avaient perdu par le bombardement une partie de leur sensibilité primitive.

J'avais déjà eu occasion de montrer, dans une conférence faite à l'Institution royale, cette diminution de sensibilité que le verre éprouve par l'effet d'une phosphorescence longtemps prolongée ; pour cela, j'avais projeté l'image d'une croix sur l'extrémité d'un grand ballon en forme de poire. Plus tard, je repris mes expériences sur ce ballon, et je constatai que l'image de la croix restait nettement gravée sur le verre. J'ouvris alors ce ballon et fis chauffer, à la flamme du chalumeau, l'extrémité la plus large, jusqu'à ce que le verre ramolli se déformât. Une fois ce résultat obtenu, je rendis au ballon sa forme primitive par le soufflage, et j'y fis le vide : lorsque la communication fut rétablie avec la bobine d'induction, je vis reparaître aussitôt l'ombre primitive de de la croix, quoique l'objet lui-même ne fût pas sur la ligne du courant moléculaire. Ainsi la phosphorescence du verre, produite à l'Institution royale plusieurs mois auparavant, avait résisté à la fusion et au soufflage.

M. le professeur Maxwell me donna l'idée de mettre dans un tube, entre les deux électrodes, une troisième plaque métallique, sans communication avec la bobine d'induction, de façon que le courant moléculaire vînt frapper sur cette plaque, et cela pour voir si les molécules abandonnent de l'électricité en se heurtant contre un obstacle. Je fis donc préparer un tube (fig. 5) ; *a* et *b* sont les électrodes ordinaires ; *c* et *d* sont de grands disques d'aluminium ayant presque le même diamètre que le tube et en rapport avec l'intérieur par des fils métalliques. Les pôles *a* et *b* communiquent avec la bobine d'induction ; un fil aboutissant au sol est en rapport avec le pôle libre *c*, et un électroscope à feuilles d'or est en communication avec la plaque *d*.

Avec un vide assez imparfait, si l'on fait passer le courant

d'induction, lorsque la zone obscure s'étend à environ 8 millimètres du pôle négatif, aucun mouvement ne se produit dans les feuilles d'or, soit qu'on rende *a* ou *b* négatif, et soit qu'on mette *c* en communication avec le sol ou qu'on l'isole.

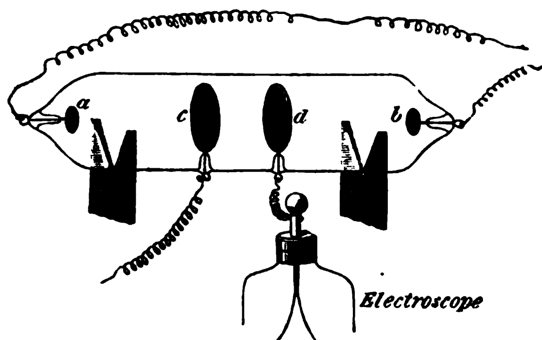


Fig. 5.

Dans un gaz très raréfié, et au point où la phosphorescence verte s'affaiblit, et où l'étincelle ne passe plus que difficilement, les feuilles d'or sont vivement impressionnées : c'est lorsque le pôle *a* est négatif et le pôle *b* positif que leur divergence atteint son maximum ; elles sont alors électrisées positivement.

Mais si je renverse la direction du courant de manière à rendre le pôle *a* positif et *b* négatif, la divergence des feuilles d'or est bien moindre et elles s'agitent comme sous l'influence de courants à alternances rapides.

Je dispose maintenant les fils conducteurs comme l'indique la figure 6, et je mets *b* et *d* en communication avec le courant

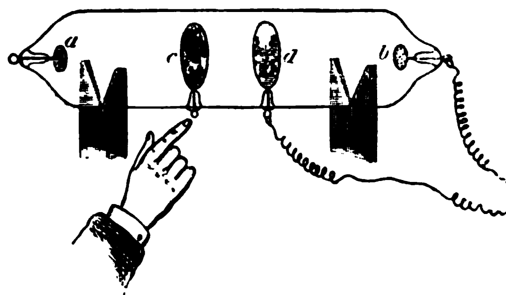


Fig. 6.

d'induction. Quand *d* est rendu négatif, j'obtiens en *c*, avec le doigt, des étincelles faibles qui n'ont pas plus d'un millimètre de longueur; mais, si *d* devient positif, *c* me donne des étincelles de dix millimètres.

Les expériences qui précèdent font voir qu'une plaque métallique placée en ligne droite entre les deux pôles, de manière à recevoir en plein le choc des molécules lancées du pôle négatif, se charge fortement d'électricité positive. Or le courant moléculaire porte de l'électricité négative; les molécules qui viennent se heurter contre le pôle libre sont arrêtées, mais celles qui en rasent le bord sont attirées en dedans par l'électricité positive et forment l'ombre. Quand le pôle libre est mis en communication avec le sol, son potentiel deviendrait nul si la décharge moléculaire cessait; mais, comme le passage du courant électrique dans le tube entretient une charge positive constante, il faut admettre que le potentiel du pôle libre non isolé est encore assez positif pour neutraliser la charge négative que lui donnerait le choc des molécules et laisser en outre un surplus d'électricité positive. Les alternances d'isolement et de non-isolement du pôle libre ont donc pour effet de faire beaucoup varier son électricité positive, et par conséquent aussi l'attraction qu'elle exerce sur les molécules qui rasent ses bords.

Sur l'avis de M. le professeur Stokes, j'ai fait construire l'appareil suivant (fig. 7) : les deux pôles du tube sont en *a* et en *b*; en *c* se trouve un écran fluorescent; *d* est un barreau fixe d'aluminium, et *e* un autre barreau d'aluminium suspendu par une chaîne de métal à un pôle de platine *f*. Le barreau fixe et le pendule sont des deux côtés opposés de l'axe horizontal du tube, et, lorsque l'on produit un vide convenable, le pôle *a* étant négatif, l'ombre du barreau

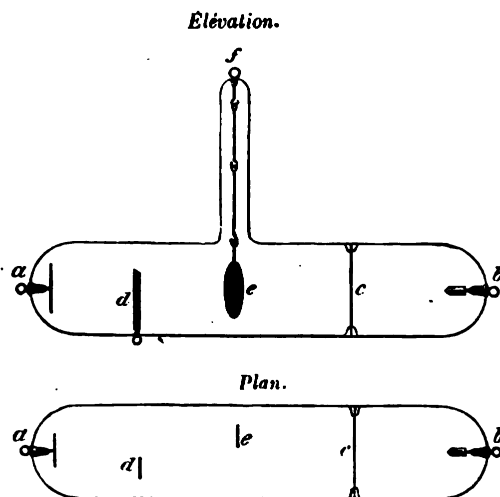


Fig. 7.



Fig. 8.



Fig. 9.



Fig. 10.

fixe et celle du pendule tombent côte à côte sur l'écran, comme le montre la figure 8. Quand le pendule est en mouvement, son ombre tantôt recouvre en partie celle du barreau fixe, et tantôt s'en écarte (fig. 8, 9 et 10).

Au lieu d'une bobine d'induction, j'ai employé pour ces expériences la grande pile à chlorure d'argent de M. de La Rue, et cette pile m'a donné les résultats les plus nets. Le pendule étant immobile, une ligne étroite de décharge moléculaire réunissait les bords du barreau fixe et du pendule, formant

une ligne lumineuse entre les deux ombres projetées sur l'écran (fig. 8). Lorsque je mettais le pendule en mouvement, le pôle *f* restant isolé, les deux ombres occupaient successivement toutes les positions situées entre celles que représentent les figures 9 et 10, à peu près comme si elles avaient été projetées par un point lumineux. Lorsque l'ombre du pendule arrivait très près de celle du barreau fixe, celle-ci semblait reculer, ce qui montre que le pendule lui-même exerçait une légère action répulsive sur les molécules qui passaient près de ses bords.

J'ai ensuite ramené le pendule au repos, comme le montre le plan (fig. 11), la ligne lumineuse entre les deux ombres étant en *f*, de sorte que l'écran présentait l'apparence indiquée par la figure 9. Dès que j'ai mis le pôle du pendule en communication avec le sol, la ligne lumineuse entre les pôles a été déviée de *f* en *g*, décrivant un angle d'environ 30°; en même temps l'ombre s'élargissait et devenait indistincte.

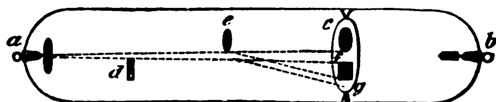
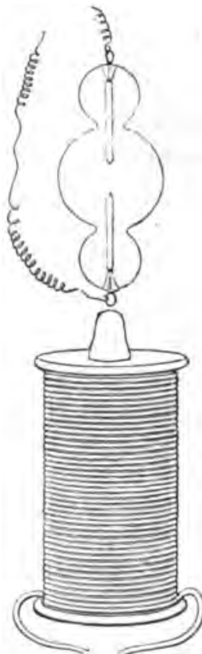


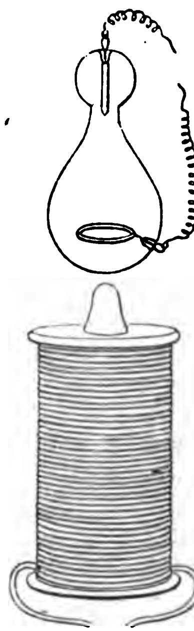
Fig. 11.

Lorsque le pôle *a* était négatif, et le pôle *b* positif, le barreau *d* et le pendule *e* étaient tous deux chargés d'électricité positive. L'extérieur du tube de verre, dans le voisinage des deux pôles, était aussi électrisé positivement. Tous ces faits s'expliquent à l'aide des principes énoncés plus haut. En outre, si dans toutes les expériences précédentes, on met l'électrode négative en communication avec le sol, aucun des phénomènes observés ne subit de modification.

Pour obtenir la rotation continue des rayons moléculaires sous l'influence d'un aimant, je me suis servi d'un tube à trois boules (fig. 12). Lorsque le vide est suffisant, le passage d'un courant d'induction remplit la boule du milieu d'une belle lumière verte, tandis que l'étranglement voisin du pôle négatif se couvre de deux ou trois taches sombres et brillantes, toujours en mouvement, se suivant tantôt dans un sens, tantôt dans l'autre, changeant sans cesse de direction et de vitesse, quelquefois se subdivisant en taches plus petites et quelquefois, au contraire, se réunissant. Au bout d'un certain temps, probablement sous l'influence du magnétisme terrestre, ou de celui du gros fil de la bobine d'induction, les mouvements deviennent quelquefois plus réguliers et une rotation lente s'établit. Les taches lumineuses se concentrent et se réduisent à deux ou trois; la lumière verte de la boule acquiert plus d'intensité sur deux lignes qui parcourent lentement l'équateur de la boule et se suivent à la distance d'une demi-circonférence. Un électro-aimant, placé sous l'appareil, sur le prolongement de la ligne des pôles, peut servir à transformer ces mouvements indécis en une rotation régulière.

Pour comparer la manière dont les courants moléculaires se comportent dans un gaz très raréfié, avec ce qui se passe lorsque le vide n'est que modéré, j'ai joint au tube de la figure 12 un autre tube représenté par la figure 13, ayant pour pôle supérieur un fil d'aluminium et pour pôle inférieur un anneau. Dans ce tube, le vide n'est poussé que jusqu'au point où l'étincelle d'induction peut passer librement d'un pôle à l'autre, sous la forme d'une bande lumineuse; c'est alors qu'elle est le plus sensible à l'influence magnétique. Ce tube est placé, comme l'autre, au-dessus d'un électro-aimant. Les deux appareils sont mis successivement en rapport avec la même bobine et la même pile. J'appellerai le tube de la figure 12, *tube à vide extrême,* et celui de la figure 13, *tube à vide modéré.* Pour le sens de la rotation, je supposerai l'observateur placé au-dessus de l'appareil, son œil se trouvant sur la ligne des pôles; si la rotation vue ainsi s'effectue dans le sens des aiguilles d'une montre, je l'appellerai *directe;* en sens contraire, *rétrograde*. Dans la figure 14, les lettres D ou R indiquent le sens de la rotation. Il suffit de consulter la figure pour voir les résultats obtenus et les conditions de chacune des quatre expériences représentées, les lettres N et S indiquant les pôles de l'aimant, et les signes + ou —, la nature de chaque pôle électrique. En résumé, dans un gaz très raréfié, le sens de la rotation dépend du pôle magnétique présenté aux molécules; il est contraire à celui du cou-


Fig. 12.


Fig. 13.

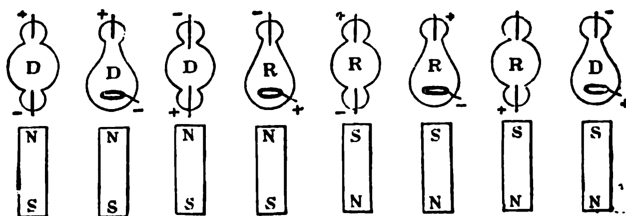


Fig. 14.

rant électrique qui circule autour de l'aimant. Dans un vide modéré, la décharge lumineuse qui se produit entre les deux électrodes porte avec elle un courant électrique, et la rotation obéit à l'action mutuelle de l'aimant et de ce courant porté par un conducteur parfaitement flexible.

J'ai déjà dit que le platine fond au foyer des rayons moléculaires convergents que lance un pôle de forme concave. Si l'on reçoit ce bombardement moléculaire sur un pinceau de fils de platine iridié, dont le point de fusion est beaucoup plus élevé que celui du platine, on obtient une lumière brillante dont on pourrait peut-être tirer parti. Attirons maintenant le foyer vers la paroi de verre au moyen d'un aimant : le choc produit d'abord une phosphorescence verte très brillante, qui s'évanouit bientôt. Le centre du foyer devient brun foncé, et, si l'on supprime le courant d'induction, il reste à la surface du verre une tache brune ineffaçable. Mais si on persiste à maintenir le foyer au même point, le verre devient étincelant et subit une désagrégation superficielle. Les tubes épais craquent ordinairement ; les boules minces se ramollissent, entrent en fusion et sont percées par la pression atmosphérique.

Le courant moléculaire se compose-t-il de petites parcelles empruntées au pôle négatif ? Pour le savoir, j'ai pris pour pôle négatif, dans une boule de verre une plaque de platine, et j'ai fait agir le courant d'induction jusqu'à ce que l'intérieur de la boule fût obscurci par les parcelles de platine projetées à l'intérieur. Un faisceau de rayons moléculaires passant par une petite ouverture faite dans une plaque de mica projetait sur la paroi de verre l'image lumineuse de cette ouverture. L'examen attentif du point qu'avait occupé cette image ne m'a révélé la présence d'aucune parcelle de platine. Donc le courant moléculaire n'est pas composé de molécules du pôle négatif.

Un des phénomènes les plus frappants que j'ai pu constater dans cette étude a été la propriété remarquable, que possèdent les rayons moléculaires dans un gaz très raréfié, de rendre phosphorescents les corps sur lesquels ils tombent. Citons parmi les plus sensibles le sulfure de calcium, qui donne une lumière d'un bleu violet éclatant ; le diamant qui donne les teintes les plus variées ; le rubis dont la phosphorescence est d'un rouge éclatant ; l'émeraude, qui donne un rouge cramoisi ; le saphir, dont la lumière est gris bleuâtre. D'autres minéraux, tels que la tourmaline, l'andalusite, etc., n'ont jusqu'ici donné aucun résultat. Nous pouvons dire que les cristaux qui fournissent une lumière un peu vive sont, sans parler du diamant, des cristaux à un seul axe, et la seule conclusion que fournissent ces expériences, c'est que les rayons dont la direction de vibration correspond à la direction de plus grande élasticité optique du cristal se manifestent toujours lorsqu'il y a lumière émise. Mais nos expériences ne permettent jusqu'ici de donner ce principe que comme une simple probabilité.

W. Crookes.

PSYCHOLOGIE

Le règne social en histoire naturelle et la classification des organismes sociaux.

Les sociétés analogues aux organismes par leur constitution ne devraient-elles point former en histoire naturelle un embranchement ou même un règne supérieur, le *règne social* ? Nous sommes loin d'entendre par là ce qu'on a proposé, sans raison valable, sous le nom bizarre de règne *hominal*. Pour mettre l'homme à part dans la nature, on n'invoque point de véritables différences *physiologiques* entre lui et les animaux ; on s'appuie seulement sur de prétendues différences *psychologiques* : la raison, la parole, « la moralité et la religiosité ». Or la psychologie comparée renverse ces barrières artificielles que la théologie seule s'efforce de maintenir, et elle explique toutes ces *facultés* prétendues divines par l'évolution des faits psychologiques les plus simples, communs aux hommes et aux animaux. La théorie du transformisme et de la descendance se vérifie ainsi dans la psychologie comme dans la physiologie.

Mais, si l'individu humain n'est pour le naturaliste que le plus parfait des vertébrés, les sociétés n'ont-elles pas avec les organismes vivants tout à la fois des analogies et des différences qui en font un groupe distinct ? On connaît le débat qui s'est élevé au sujet de cette question fondamentale : la société est-elle un organisme ? Les uns accumulent les ressemblances, les autres les différences ; les premiers répondent par une entière affirmation, les seconds par une négation absolue. Il y a peut-être un moyen de faire à chacun sa part, c'est de dire que les analogies motivent la dénomination d'organismes donnée aux sociétés, mais que d'autre part, les différences motivent l'admission d'une classe spéciale d'organismes formant un groupe nouveau de l'histoire naturelle.

1.

DIFFÉRENCE DE NATURE ENTRE L'ORGANISME SOCIAL ET L'ORGANISME INDIVIDUEL.

Si nous voulions passer en revue toutes les définitions de la vie et de l'organisation, même les plus spiritualistes, nous verrions qu'il n'en est guère de plausible qui ne convienne en même temps aux sociétés. La définition que les spiritualistes contestent le moins, c'est celle de Kant ; or, selon Kant, c'est la réciprocité entre les parties qui caractérise l'organisme, car tout y est réciproquement *cause* et *effet*, *but* et *moyen*. N'en peut-on pas dire autant de la société, et les sociétés les plus élevées ne sont-elles pas précisément celles où la mutualité domine ? Selon la définition de Cuvier, non exempte d'ailleurs d'une certaine exagération, « tout être organisé forme un ensemble, un système clos, dont toutes les parties se correspondent mutuellement et concourent à la même action définitive par une réaction réciproque » ; il n'y a pas là un seul mot qui ne convienne

aux sociétés d'animaux ou d'hommes, depuis la fourmilière jusqu'à l'état humain. Selon Claude Bernard, les caractères essentiels des êtres vivants sont : l'organisation, la génération, qui les fait provenir d'êtres vivants plus ou moins analogues, la nutrition, l'évolution, la caducité, la mort, la maladie; — toutes choses qu'il ramène ensuite à deux : la formation organique et la destruction organique; c'est au fond ce que M. Spencer entend par intégration et désintégration, ou, en un seul mot, par évolution. Nous avons montré ailleurs que tous ces caractères, et d'autres encore, appartiennent aussi aux sociétés (1). Quant aux innombrables analogies de détail qui existent entre les sociétés et les organismes, nous ne pouvons que renvoyer pour leur énumération aux *Principes de sociologie* de M. Spencer, dont le second volume a paru récemment, et au livre de Schœffle sur la *Structure et la vie du corps social.* Ce que nous nous proposons d'examiner, surtout en ce moment, ce sont les différences et leur valeur au point de vue de la classification des êtres vivants.

On peut ramener ces différences à trois : celle de *nature,* celle d'*origine,* celle de *fin.* La différence de nature est la principale, et toutes les autres en dérivent. Elle consiste en ce que l'organisme social, quoique ayant été au début en grande partie involontaire, est cependant volontaire et conscient dans les sociétés humaines proprement dites; il tend même de plus en plus à se former par voie de consentement mutuel.

Dans les sociétés modernes, le lien qui rapproche les hommes consiste en des *idées* communes, produisant des volontés communes; les rapports des citoyens entre eux, dans l'ordre civil, économique, commercial, industriel, comme dans l'ordre politique, prennent de plus en plus la forme du contrat implicite ou explicite, de la coopération intelligente et volontaire. Au contraire, l'organisme des végétaux ou des animaux se forme par voie de croissance et de coopération inintelligentes et fatales; il n'exige qu'une action et réaction mécaniques des divers éléments, auxquels on peut déjà, il est vrai, attribuer une irritabilité, une sensibilité plus ou moins sourde, mais non la volonté proprement dite en son état conscient. La force qui réunit les parties du corps social n'a pas, semble-t-il, la même nature que celle qui réunit les parties d'un corps d'animal ou de plante : celle-ci est relativement inconsciente, celle-là est consciente. De là le nom que nous avons proposé de donner à l'organisme social pour marquer nettement tout ensemble sa principale analogie et sa plus grande différence avec les corps vivants : organisme conscient et volontaire, ou *organisme contractuel* (2).

Reste à savoir si ce caractère différentiel, tiré de la nature des éléments sociaux, dépasse en importance les analogies mêmes. En d'autres termes, parce que les sociétés sont volontaires, faut-il les rejeter entièrement en dehors des classifications de l'histoire naturelle, ou leur assigner seulement un domaine à part dans ces classifications?

La plupart des spiritualistes sont pour la première opinion. Comment assimiler, disent-ils, à un organisme composé de parties inconscientes et aveugles une société formée par le concours réfléchi d'individus conscients et clairvoyants? — Cette objection suppose que la conscience de l'organisation et de l'évolution détruit l'organisation et l'évolution mêmes; or c'est ce qui n'a pas lieu. La conscience peut bien modifier ce qu'elle saisit, elle ne le détruit pas. Quand j'ai conscience de mes rapports avec les autres hommes, de ma coopération, de ma coordination avec eux au sein de la société, ces rapports et cette coordination, qui constituent l'organisation même, ne sont pas supprimés parce qu'ils sont connus. Au contraire, la conscience même rend les liens de l'organisation sociale plus étroits en me les faisant à la fois comprendre, accepter, vouloir. L'inconscience n'est donc nullement nécessaire à l'organisation, qui tend, au contraire, à produire la conscience, comme les animaux supérieurs en sont la preuve, et qui plus tard peut résulter de la conscience même, comme on le voit dans le corps social. Remarquons du reste que la différence de l'inconscient au conscient est plutôt de degré que d'essence; car la conscience va diminuant et se dégradant de plus en plus, depuis l'homme jusqu'aux animaux inférieurs, si bien qu'au bas de l'échelle la prétendue inconscience peut aussi bien être considérée comme une conscience sourde, diffuse, à l'état naissant. Les métaphysiciens ne peuvent donc, pour une différence dont ils ne sauraient prouver le caractère absolu, établir une démarcation également absolue entre le jeu conscient de la vie dans les sociétés et le jeu inconscient de la vie dans les animaux ou les plantes. C'est à eux qu'incombe la preuve, et ils ne l'ont pas faite.

— Mais, dira-t-on encore, les éléments de la société sont doués de volonté libre. — Là encore, on suppose que la volonté se produit tout d'un coup chez l'homme, sans exister à aucun degré chez les cellules dont se compose le corps de l'homme ou de l'animal; simple hypothèse métaphysique, qui ne saurait détruire des ressemblances scientifiques. Quant à la liberté, quand on la considère au point de vue purement scientifique, c'est une simple question de degré dans le développement de la volonté et de la conscience. Les métaphysiciens des anciennes écoles attribuent, il est vrai, aux

(1) Voir notre livre, prêt à paraître, sur la *Science sociale contemporaine*, II, I. Voir aussi le remarquable livre de M. Espinas sur les *Sociétés animales.*

(2) C'est là un point de vue sur lequel M. Spencer, à notre avis, n'a pas suffisamment insisté. Il n'a pas fait une théorie assez complète de la conscience dans l'ordre social, ni de l'influence exercée par les idées sur la formation et l'évolution de la société; il n'a pas demandé non plus au droit naturel ou à la politique une théorie assez développée du contrat ni des attributions que peut conférer à l'État la prédominance croissante du régime contractuel dans les nations modernes. Il en est résulté, comme nous le verrons tout à l'heure, une notion insuffisante et en partie inexacte de l'état supérieur, conséquemment de l'organisme social supérieur, notion qui exposait M. Spencer à des objections nombreuses. M. Spencer a examiné lui-même une partie de ces objections; mais ses réponses, quelque vérité qu'elles contiennent, ne paraissent pas toujours décisives, parce qu'il manque à sa doctrine un élément essentiel.

individus humains une liberté tellement absolue en elle-même, tellement indépendante du milieu et des antécédents que, pour elle, les contraires sont en même temps possibles et l'avenir indéterminé; mais cette opinion, comme le reconnaissent eux-mêmes ses partisans les plus éclairés, c'est-à-dire les néokantiens, est une simple *croyance,* un article de foi qu'ils prétendent nécessaire à la morale, nécessaire pour fonder le *devoir* et le *droit*. Or, si la liberté ainsi entendue est un objet de croyance, le déterminisme est un objet de *science*. La science nous montre, par la physiologie, par la sociologie, par la statistique, par l'histoire, que l'indépendance de l'individu dans la société est toute relative, que nous subissons sans cesse, et de mille manières, l'influence du milieu social, que nous faisons conséquemment partie d'un véritable organisme. De même que les corpuscules blancs du sang, qui deviennent ensuite rouges, exécutent des mouvements indépendants et ont une vie individuelle au sein du tourbillon général, ainsi notre vie propre ne nous empêche pas d'être entraînés dans la circulation du corps social. On peut d'ailleurs admettre que, du sein même de cette dépendance, se dégage une sorte d'indépendance personnelle, et que la nécessité primitive a pour ainsi dire sa floraison dans une certaine liberté produite par l'épanouissement de la conscience; mais cette liberté n'exclut point, selon nous, le déterminisme de l'organisation sociale; elle y introduit seulement un nouveau facteur; à savoir les *idées,* avec leur force motrice et directrice (1). Donc, toute foi mise à part, la différence de nature que nous trouvions jusqu'ici entre les organismes animaux et les organismes sociaux se réduit, au point de vue scientifique, à une simple différence dans le *ressort de l'évolution* : là inconscience, ici conscience; là force extérieure, ici force interne de l'idée. C'est ce qui entraîne, pour la société, la diffusion de la conscience, de la sensibilité, de la volonté dans toutes les parties, et par cela même la tendance à former un organisme contractuel. C'est aussi ce qui produit ou semble produire, entre l'évolution sociale et l'évolution organique, les différences d'origine et de fin dont il nous reste à parler.

II.

DIFFÉRENCE D'ORIGINE ENTRE L'ORGANISME SOCIAL ET L'ORGANISME INDIVIDUEL.

M. Huxley, s'appuyant sur cette notion même de consentement mutuel et de rapprochement volontaire à laquelle M. Spencer n'a pas donné une assez large place dans l'origine, ni même dans le développement des sociétés humaines, est allé jusqu'à nier, pour cette raison, l'analogie de l'évolution sociale avec l'évolution organique. « Parmi les organismes physiologiques supérieurs, dit M. Huxley, il n'en est aucun qui ait pour origine la réunion en un tout complexe d'une multitude d'existences primitivement indépendantes, tandis que l'essence et l'origine de tout organisme social, simple ou complexe, c'est que chacun des membres de la société renonce volontairement à sa liberté dans certaines directions, en retour des avantages qu'il attend des autres membres de cette société. » En premier lieu, répondrons-nous, il n'est pas nécessaire, pour que la société soit un organisme, qu'elle se développe à la manière « des organismes physiologiques supérieurs », plutôt qu'à la manière des polypes, par exemple, dont les divers éléments ont une indépendance beaucoup plus grande que les cellules d'un vertébré. En second lieu, la renonciation volontaire de l'individu à son indépendance primitive est bien ce qui constitue moralement ou ce qui achève la société humaine, en tant qu'humaine, et c'est en cela que consiste le contrat social; mais, outre que ce contrat est en grande partie idéal et plus implicite que formel, il n'empêche pas l'existence préalable d'une sorte d'organisation végétative ou animale des sociétés, qui est analogue à celle des êtres vivants. Il est rare que les sociétés se forment entre des êtres absolument *indépendants,* comme on le suppose pour le besoin de la théorie abstraite : les citoyens d'un État se trouvent dès leur naissance dans un courant d'organisation qu'ils acceptent sans doute volontairement, mais qui existait déjà avant leur acceptation même (1).

Au reste, l'indépendance primitive des éléments, fût-elle aussi grande à l'origine qu'on le suppose, n'empêche pas le caractère organique du tout une fois formé. On en peut trouver la preuve dans le règne animal lui-même. Chez les myxomycètes, les germes vivent d'abord, comme on sait, à l'état de monades ciliées, ayant la forme amiboïde, qui se meuvent, se nourrissent, croissent, se multiplient par scissiparité. Voilà donc des individus d'abord indépendants. Ces individus s'unissent ensuite pour former des groupes; ces groupes

(1) Voir notre livre sur la *Liberté et le Déterminisme,* IIe partie.

(1) M. Huxley voudrait substituer aux analogies physiologiques de la société et de l'organisme des analogies purement chimiques. « Le processus de l'organisation sociale, dit-il, est comparable non pas tant au processus du développement organique qu'à la synthèse chimique, par laquelle les éléments indépendants sont graduellement combinés sous forme d'agrégats complexes, où chaque élément conserve une individualité indépendante, bien qu'il soit maintenu en subordination à l'égard de l'ensemble. Par exemple, les atomes de carbone et d'hydrogène, d'oxygène, d'azote, qui entrent dans la constitution d'une molécule complexe, ne perdent pas les propriétés qui leur sont originellement inhérentes quand ils s'unissent pour former cette molécule, dont les propriétés expriment celles des forces de l'agrégation totale qui ne se neutralisent pas et ne se balancent pas réciproquement. Chaque atome a donné quelque chose pour que la société atomique, ou molécule, puisse subsister; et dès qu'un ou plusieurs des atomes associés reprend la liberté qu'il avait abandonnée, et obéit à quelque attraction extérieure, la molécule est brisée et toutes les propriétés particulières qui dépendaient de sa constitution s'évanouissent. Toute société, grande ou petite, ressemble à une molécule complexe de cette nature : les atomes y sont représentés par des hommes, avec toutes ces attractions et répulsions si diverses qui se manifestent par leurs désirs et leurs volitions, et nous appelons liberté le pouvoir illimité de les satisfaire. La molécule sociale existe par l'abandon que fait chaque individu d'une part plus ou moins grande de cette liberté. Elle se décompose quand l'attraction du désir conduit chacun à reprendre cette liberté dont la répression est nécessaire à l'existence de la molécule sociale. Et le grand problème de cette chimie sociale que nous appelons politique, c'est de découvrir quels sont les désirs du genre humain qui peuvent être satisfaits, quels sont ceux qui doivent être réprimés, pour que ce composé complexe, la société, puisse

s'unissent à d'autres et finissent par constituer un corps, variable de forme, qui se meut et rampe lentement. N'est-ce pas là un passage de l'indépendance à la dépendance mutuelle, de la vie isolée à la vie collective, et ce passage ne ressemble-t-il pas à la formation des sociétés animales ou humaines? Dans les éponges, au contraire, les unités produites par la multiplication d'un même germe ne se séparent pas et cependant finissent par manifester, dans le tout même, une vie propre. Le mode de formation et l'état primitif des unités composantes, séparées ou unies, sont donc accessoires au point de vue de l'organisation, qui n'en existe pas moins dans tous les cas. Au lieu d'une simple propriété de se mouvoir et de sentir, supposez chez les germes une conscience et une volonté développées, leur réunion finale en un tout et leur mutuelle dépendance constitueront toujours une véritable organisation.

III.

DIFFÉRENCE DE FIN ENTRE L'ORGANISME SOCIAL ET L'ORGANISME INDIVIDUEL.

Une troisième objection consiste à dire que l'évolution sociale n'a pas seulement un autre ressort et une autre origine, mais encore une autre *fin* que l'évolution organique.

« Dans l'organisme social », dit lui-même M. Spencer, qui ne s'est pas dissimulé la difficulté du problème, « l'agrégat a pour fin le bonheur des unités, tandis que dans l'organisme individuel les unités existent pour la prospérité de l'agrégat ». Voilà la différence qui, selon les uns, *affaiblit* l'analogie des sociétés et des organismes (1), ou qui, selon les autres, la *détruit* (1). Nous verrons plus loin que cette différence est plus apparente que réelle. Admettons-en cependant la réalité jusqu'à nouvel ordre; en résultera-t-il que la société ne peut se classer parmi les organismes? — Oui, dit-on, car alors la définition de la société comme organisme devient « une définition *per genus et differentiam* dans laquelle la différence arrive à prendre une importance qui dépasse celle de la ressemblance, à tel point qu'on ne peut plus tirer grand parti de cette dernière (2) ». Pour qu'une telle assertion fût valable, il faudrait que la différence en question fût une *différence spécifique,* c'est-à-dire portant sur l'essence même et la caractéristique de l'espèce. Prétendra-t-on que le despotisme oriental et la république ne peuvent être rangés dans une même classe, celle des sociétés humaines, parce que le despotisme subordonne tous les individus à l'État personnifié en un seul homme, tandis que la république subordonne l'État et surtout les personnes gouvernantes à la totalité des individus? — Non, une société est une société, soit qu'elle ait pour fin les parties, soit qu'elle ait pour fin le tout. C'est que la différence, en ce cas, ne porte pas sur ce qui constitue la société même, à savoir la réunion, la coopération, la mutuelle dépendance d'un certain nombre d'individus soumis à des lois communes; la question de la subordination de l'individu à l'État ou de l'État à l'individu n'engendre donc que des variétés dans le genre des *sociétés.* Il en est de même, selon nous, dans le genre des *organismes.* « La propriété essentielle d'un organisme, dit M. Renouvier, la *subordination,* disparaît de ce qu'on nomme l'organisme social, quand ce dernier parvient à son type le plus élevé (3). » S'il en était ainsi, on pourrait conclure seulement que l'organisme social *le plus élevé* cesse d'être un organisme; mais cette conclusion est inexacte, parce que le principe même d'où on la tire est inexact: la propriété essentielle d'un organisme n'est pas la *subordination;* elle est (chose bien différente) la *coordination,* la dépendance mutuelle et la réciprocité des parties. Il n'est nullement nécessaire que les parties d'un organisme travaillent *aux fins d'un seul être.* L'essentiel est qu'il y ait coopération et non que cette coopération aboutisse au profit d'un seul, ou de plusieurs, ou de tous: de même, dans la société, l'essentiel est la coopération, non la forme monarchique, aristocratique ou démocratique du gouvernement (4).

échapper à la décomposition. » Nous ne nions pas les analogies qui peuvent exister entre la synthèse chimique et l'association civile, car nous croyons à l'analogie universelle et nous pensons que la synthèse chimique elle-même ressemble fort à la synthèse organique. Mais les analogies de la chimie avec la sociologie sont bien plus lointaines que celles de la physiologie, et nous nous étonnons qu'un naturaliste comme M. Huxley puisse le méconnaître. Est-il vrai que l'indépendance des éléments d'une molécule soit plus grande que l'indépendance des éléments d'un organisme? Est-il vrai que l'abandon des libertés fait par les citoyens dans le contrat social (abandon plus apparent que réel, qui produit un accroissement de liberté pour tous) ressemble à celui que font l'oxygène et l'hydrogène d'une molécule d'eau? N'y a-t-il pas plus de vraie ressemblance entre le concours des cellules chez l'être vivant et le concours des citoyens dans l'État, qui n'exclut pas la vie propre de chacun? Qu'est-ce d'ailleurs que la synthèse chimique elle-même, sinon une première ébauche de l'organisation? Au moins est-il vrai que tous les phénomènes chimiques se retrouvent chez les êtres organisés, et que la vie même est une série de combinaisons et de décompositions. Mais ce qui caractérise surtout la chimie vivante, c'est *l'évolution,* c'est le *développement,* avec ses phases beaucoup plus multiples et prolongées que celles de l'évolution d'une molécule d'eau ou d'alcool, qui s'achève bientôt dans l'immobilité et l'équilibre; or, il est clair que les idées d'évolution et de développement s'appliquent plus que toutes les autres à la formation des sociétés. M. Huxley se laisse donc séduire aux analogies extérieures pour ne pas voir les plus intimes et les plus profondes. Voir le *Nihilisme administratif,* par Ch. Huxley (*Fortnightly Review,* nov. 1871). Cf. Flint, *Philosophie de l'histoire en Allemagne,* p. 258.

(1) C'est l'opinion de M. Marion dans la *Revue philosophique,* et M. Spencer a cru nécessaire de répondre à cette critique dans un annexe à l'édition française de ses *Principes de sociologie.*

(1) C'est l'opinion de M. Renouvier, qui, n'étant pas satisfait des explications de M. Spencer, a reproduit en termes encore plus forts la même objection.

(2) Renouvier, *Critique philosophique,* 1880, 29 janvier.

(3) *Ibid.*, p. 414.

(4) Il est regrettable que M. Renouvier, adversaire déclaré de l'évolution, qui tranche si aisément le problème dans son propre sens, n'ait pas cru devoir donner une définition de la vie plus précise et mieux justifiée. Quand même il serait vrai de dire avec M. Spencer que les sociétés supérieures ont pour fin leurs propres parties, tandis que l'animal supérieur a pour fin le tout, ce ne serait pas un motif pour refuser de classer les sociétés parmi les organismes. Rien ne prouve que les principes de la classification hiérarchique soient partout les mêmes du haut en bas de l'échelle des êtres. Est-il évident qu'on doive juger de la supériorité d'une société comme on jugerait

En somme, aucune des différences de nature, d'origine et de fin, que nous venons de reconnaître entre le corps social et le corps vivant, ne porte sur la caractéristique même de l'organisme, qui est la corrélation des parties et l'évolution du tout. Nous avons donc le droit de classer les sociétés dans ce que les naturalistes appellent l'empire organique, par opposition à l'empire inorganique. Seulement, les sociétés ont des caractères assez tranchés, comme nous venons de le voir, pour qu'il soit impossible de les appeler des *végétaux* et difficile de les appeler des *animaux*. Dès lors, n'est-il pas naturel de les considérer comme formant, au-dessus du règne végétal et du règne animal, un troisième groupe, le règne social ?

L'établissement d'un règne en histoire naturelle doit être motivé: 1° par des caractères à la fois assez importants et assez distinctifs : c'est ce que les logiciens appellent la *compréhension* du groupe ; 2° par l'étendue suffisante du groupe, — c'est-à-dire son *extension* à un grand nombre d'êtres. Ces deux conditions nous semblent ici réunies. Le caractère distinctif et dominateur de l'animal complet, par rapport au végétal complet, c'est la sensibilité et le mouvement spontané dont le tout est animé ; le caractère distinctif et dominateur de la société complète, par rapport à l'animal complet, c'est la conscience et la volonté de soi-même et du tout, dont les parties de la société sont douées ; en d'autres termes, c'est l'idée et la volition du tout présentes en même temps que l'idée du moi à chacune des parties. De là, dérivent tous les caractères particuliers de la société, qui la rendent à la fois analogue à l'animal et différente de l'animal (1). Quant à l'extension du groupe social, elle est considérable, depuis les sociétés animales, qui sont fort nombreuses, jusqu'aux sociétés humaines dont l'évolution remplit l'histoire. De plus, les faits sociaux sont les plus multiples et les plus complexes de tous. Ils embrassent même en grande partie et rendent possible l'évolution intellectuelle, morale, esthétique, de l'individu humain. Notre psychologie, notre morale, notre métaphysique, notre esthétique, nos mathématiques, notre physique, toutes nos sciences en un mot, sont les sciences de l'homme en *société*. Placez l'homme seul dans un bois, vous supprimez tout ce développement supérieur qui finit par mettre le cerveau de l'homme social en communication avec la nature entière. Un groupe qui donne naissance à une telle série de faits propres mérite une place distincte dans l'ensemble de l'évolution biologique ; la sociologie est le couronnement original de la biologie universelle. D'autre part, pas plus ici qu'ailleurs, la distinction n'empêche l'unité de la nature. Si les différences s'accusent avec précision entre les végétaux, les animaux et les sociétés, quand on compare les termes en leur état typique, elles vont s'affaiblissant et la continuité de la nature reparaît quand on compare l'achèvement de l'un avec l'état embryonnaire de l'autre. Le végétal supérieur et l'animal inférieur se touchent de si près que tout hiatus disparaît entre eux ; on sait que Claude Bernard a supprimé toutes les lignes de démarcation absolue entre le règne végétal et le règne animal, ce qui n'empêche pas la légitime distinction de la botanique et de la zoologie. De même, entre l'animal et la société inférieure, la démarcation est difficile à établir, puisque tout animal est en même temps un agrégat d'autres êtres animés ayant une vie individuelle plus ou moins distincte. L'animal est plus proprement une *composition* d'individus, la société rudimentaire est une *réunion* d'individus ; mais il y a des cas où la réunion des individus se forme par la loi de ramification et par un bourgeonnement analogue à celui qui produit une partie des organes de l'animal ou de la plante. Il est alors difficile de dire si on a affaire à une réunion d'animaux ou à un seul animal (1). En tout cas, cette réunion d'animaux ne mérite pas encore le nom de société proprement dite, quoiqu'elle en présente déjà une image lointaine et en quelque sorte crépusculaire. Nous pouvons conclure que le règne social pénètre en quelque sorte le règne animal, comme le règne animal a ses ébauches dans le règne végétal.

IV.

PRINCIPE DE LA CLASSIFICATION SOCIOLOGIQUE. LE SYSTÈME NERVEUX DES SOCIÉTÉS.

Après avoir marqué sa place au règne social dans l'ensemble de l'empire organique, il resterait à diviser le règne social lui-même en un certain nombre de groupes et, tout d'abord, à indiquer le principe de cette classification des sociétés.

de la supériorité d'un animal ou d'une plante? Ce qui est le plus important pour un être, est-il nécessairement le plus important pour un autre? Dirons-nous que l'homme n'est pas un animal, parce que les hommes se classent surtout d'après leur intelligence et leur moralité, non d'après leur force physique, comme les taureaux, les lions ou les éléphants ? M. Renouvier attribue une importance exagérée aux différences secondaires entre les êtres, résultant des besoins divers qui se produisent chez eux à mesure qu'on monte les degrés de l'échelle.

(1) M. Espinas, dans ses *Sociétés animales*, a trop complètement assimilé la société à l'animal proprement dit, ce qui l'a entraîné à imaginer une « conscience sociale » plus ou moins analogue à la conscience individuelle que l'animal a de son organisme. Nous avons fait voir ailleurs que cette conscience sociale serait incompatible avec la conscience particulière que chaque membre de la société a de soi. C'est précisément la diffusion de la conscience individuelle dans toutes les parties, unie d'ailleurs à l'*idée* et au désir du tout, qui caractérise, selon nous, les sociétés et en fait un règne à part. Voir *Revue des Deux Mondes*, juillet 1879.

(1) On devrait réserver, dit Jœger, l'expression *réunion d'individus* pour les réunions « chez lesquelles les parties constituantes atteignant finalement un *égal degré d'organisation* ont la même valeur morphologique. Cette remarque permet de les distinguer suffisamment des animaux composés d'organes nés par bourgeonnement, car, chez ces derniers, le *corps* présente un degré d'organisation bien supérieur à celui de l'*organe*. Toutefois, nous ne devons pas cacher que les différences d'organisation peuvent parcourir tous les degrés possibles, de sorte qu'il *doit* exister des cas douteux où il est impossible de distinguer si l'on a affaire à un *individu* composé d'organes ou à une *colonie* d'individus formés d'un tronc et d'individus secondaires. » (*Manuel de zoologie*, § 213, traduit par M. Giard. Voir l'appendice des *Sociétés animales* de M. Espinas.)

On sait que ce qui détermine les embranchements en zoologie, ce sont les variations du système nerveux, qui préside aux deux facultés essentielles de l'animal, — sensibilité et mouvement spontané. De même, la manière dont une société groupe ou dirige les consciences et les volontés de ses propres membres devra déterminer les embranchements du règne social; puisque c'est la coopération même des consciences et des volontés qui crée la société, les divers modes de coopération devront entraîner les divers modes de société. Autres seront, par exemple, les sociétés en grande partie instinctives des fourmis ou des abeilles, autres les sociétés en grande partie réfléchies des êtres humains. Pour ne parler que de ces dernières, le rapport des unités composantes au tout, des volontés individuelles à la volonté générale, sera évidemment le caractère dominateur. De là, dépend, pour ainsi dire, le système nerveux de la société, en d'autres termes, son système sensitif et locomoteur.

Aussi M. Spencer a-t-il eu raison de chercher dans le système nerveux le principe de classification des sociétés humaines; mais nous allons voir qu'il s'est fait une idée trop étroite des fonctions principales de ce système, et que sa comparaison des diverses sociétés avec les divers organismes animaux n'est pas, de tout point, exacte. Il y a, dit-il, « des organismes individuels où, à côté d'un système alimentaire développé, il existe un système nerveux rudimentaire, et des types opposés dans lesquels un *système nerveux* développé permet à l'organisme de *combiner ses actions extérieures,* de façon à saisir la proie et à échapper aux ennemis; j'appelle les premiers relativement inférieurs, les autres relativement supérieurs. Je regarde comme analogues à ces divers types d'organismes individuels les types d'organismes sociaux qui sont caractérisés, l'un, par un appareil producteur ou industriel très développé, pourvu d'un appareil régulateur ou gouvernemental faible, et l'autre, par un *appareil industriel moins développé*, uni à un *appareil gouvernemental centralisé* qui permet à la société de combiner efficacement toutes ses forces *dans la lutte avec d'autres sociétés* ». Cette théorie soulève plus d'une objection : en premier lieu, pour ce qui concerne les animaux, M. Spencer paraît réduire le système nerveux à un rôle beaucoup trop restreint quand il y voit surtout le moyen de « combiner les actions extérieures de manière à saisir la proie ou à échapper aux ennemis ». La chasse ou la défense ne sont que des emplois particuliers du système nerveux. Chez les animaux supérieurs et chez l'homme, ce système sert aussi à la sensibilité, à l'élaboration de la pensée, à la volonté. Les fonctions de *relation,* comme disent les zoologistes, ne sont donc pas simplement des fonctions d'attaque ou de défense, de domination par la force ou de résistance à la force. Le cerveau de l'homme ne lui sert pas seulement à combiner ses mouvements extérieurs pour saisir une proie, mais encore à les combiner pour se mettre en relation avec tous les objets de l'univers; il lui sert surtout à combiner ces mouvements *intérieurs* et mystérieux qui sont ses *pensées,* ses *volontés.* Il faut donc élargir la définition des fonctions propres aux nerfs ou au cerveau. Il faut aussi ajouter que les organismes inférieurs sont moins *nerveux,* par cela même moins sentants et moins pensants, tandis que les organismes supérieurs ont un système nerveux développé qui leur permet de sentir, de penser, de vouloir davantage. Après avoir ainsi rectifié et caractérisé avec plus d'exactitude les premiers termes de la comparaison, c'est-à-dire les types d'organismes, passons aux seconds termes, c'est-à-dire aux types de société.

Ici encore, M. Spencer nous semble tomber dans le défaut des définitions trop étroites et trop exclusives. D'abord, est-il vrai que les sociétés militaires ou, comme il dit, *déprédatoires,* répondent aux animaux dont le système nerveux est plus développé, et les sociétés *industrielles* à ceux dont le système nerveux est rudimentaire? — Non. Le genre de système nerveux auquel répond le militarisme est celui des animaux qui n'ont qu'à chasser ou à se défendre; ce n'est nullement le système, beaucoup plus développé, des animaux qui vivent surtout pour sentir, pour penser, pour vouloir, pour se mettre en harmonie plutôt qu'en lutte avec leurs semblables, pour multiplier par cette harmonie même leurs sentiments, leurs pensées, leurs libertés. Est-il vrai d'autre part que l'industrialisme réponde aux animaux dont le système nerveux est rudimentaire? — C'est l'opposé qui est la vérité. En effet, le régime industriel exige un développement supérieur : 1° de la sympathie (conséquemment des sensibilités), qui aboutit à l'association et à la division du travail; 2° des intelligences, qui aboutit aux progrès de la science théorique et pratique; 3° des volontés, qui aboutit à la liberté des individus dans leur solidarité consentie. Tout cela ne suppose-t-il pas un système *nerveux* très perfectionné, et non pas seulement un système *alimentaire?* En fait, les sociétés les plus industrielles sont les plus *intelligentes,* conséquemment les plus *nerveuses,* celles qui savent le mieux combiner leurs pensées et leurs mouvements. — Mais, dira M. Spencer, le système gouvernemental est plus faible dans les sociétés industrielles. — Soit, ce n'est là qu'une fonction spéciale de l'intelligence et de la substance nerveuse. De plus, est-il exact de juger le régime industriel par le régime de l'Angleterre actuelle, où les forces économiques sont dispersées, où l'individualisme règne, où le « laisser faire » aboutit trop souvent à l'indifférence et à la passivité du gouvernement en face des classes laborieuses? En tout cas, pour être exact, il faudrait comparer le pur militarisme, non pas avec les organismes supérieurs, mais avec les carnassiers, et le pur industrialisme, non pas avec les organismes inférieurs, mais avec les ruminants ou autres animaux de ce genre. Il y a un type vraiment élevé de société, qui est supérieur tout ensemble aux sociétés guerrières et aux sociétés marchandes; ce sont les sociétés *pensantes,* qui vivent surtout par la science, par l'art, par la moralité.

M. Spencer fournit d'ailleurs lui-même les éléments d'une théorie plus exacte lorsqu'il montre que les phases militaires de l'histoire et la nécessité d'un appareil régulateur très centralisé correspondent « à des besoins temporaires ». « La formation d'agrégats sociaux plus vastes, ajoute-t-il, le progrès de l'industrialisme et le déclin du militarisme amènent peu à peu un état où la vie des sociétés ne dépend

plus principalement de leur puissance offensive et défensive, mais surtout des forces qui les rendent capables de se maintenir debout au milieu de la concurrence industrielle. » Ainsi, avec les conditions de la lutte changent les conditions de supériorité. On pourrait ajouter que la défense intérieure se substitue à la défense extérieure, la force intime à la force du dehors, la solidité intrinsèque aux appuis et armures extérieures, *mole sua stat*. Mais ce n'est pas seulement la concurrence industrielle qui se substitue à la concurrence militaire; c'est encore la concurrence scientifique, sur laquelle M. Spencer aurait dû insister davantage. Il en résulte que le développement industriel, quand il est bien entendu, n'exclut pas la puissance défensive et permet même à l'État de se refaire au besoin, en cas de crise, grâce à sa science et à son industrie même, des organes de guerre. Aujourd'hui, nous sommes à une période intermédiaire où l'industrialisme encore trop peu développé n'exclut pas le militarisme. Quand une évolution ultérieure aura amené l'extinction de la guerre proprement dite et l'aura remplacée par une concurrence pacifique, les nations emploieront leur science et leurs capitaux à l'accroissement de la prospérité intérieure, qui sera en même temps leur plus sûre puissance. On aura ainsi des organismes vraiment contractuels où la richesse industrielle, la force défensive et la liberté auront atteint à la fois leur *maximum* par la féconde association des volontés intelligentes.

M. Spencer a voulu, dans sa *Sociologie*, — et nous le regrettons — s'en tenir à l'étude des sociétés actuelles; il laisse cependant entrevoir lui-même « un type social à venir possible, différent autant de l'industriel que celui-ci diffère du type déprédateur, c'est-à-dire un type possédant un *appareil d'entretien* encore plus complètement développé qu'aucun de ceux que l'on connaisse en ce moment, qui ne se servira d'aucun des produits de l'industrie pour conserver une organisation déprédatrice, ni pour les consacrer exclusivement à l'agrandissement matériel... Je me bornerai à donner comme signes de cette transformation la multiplication des institutions destinées à la culture esthétique ou intellectuelle, et d'autres fonctions analogues qui ne contribuent pas directement à l'entretien de la vie, mais qui ont pour but immédiat la satisfaction de l'esprit. Cela dit, je n'ajouterai rien (1). » Il est fâcheux que M. Spencer n'ait voulu rien ajouter. « Nous n'avons ici, dit-il, à nous occuper que des inductions tirées des sociétés qui ont existé et qui existent, et nous ne devons pas nous mettre à spéculer sur les sociétés possibles. » Pourquoi pas? L'étude de l'idéal et du possible n'a-t-elle pas elle-même son utilité? ne peut-elle pas avoir aussi sa valeur positive quand elle est fondée sur une observation exacte des tendances qui se manifestent au sein de la réalité même? M. Spencer nous semble ici plus timide que ne l'exige la rigueur de la science, et cette timidité a rendu sa science même moins rigoureuse. Il n'a pas assez montré jusque dans l'industrialisme actuel la part de l'intelligence, du système nerveux et du système régulateur. Les « inductions tirées des sociétés qui ont existé ou existent » suffisaient pour lui faire reconnaître que la « satisfaction de l'esprit » et « l'entretien même de la vie » exigent autre chose qu'un simple « appareil d'entretien et d'alimentation » comme ceux qu'il a décrits chez les animaux à système nerveux rudimentaire; qu'il faut pour le développement intellectuel et esthétique un système régulateur, où le gouvernement même peut jouer un rôle important par l'éducation publique (1). « Le contraste qui existe entre le type industriel et le type qui doit probablement s'en dégager a comme signe, dit-il, la transformation de la croyance que la vie a pour but le travail en cette autre croyance que le travail a pour but la vie. » Seulement nous ajouterons que la vie supérieure est précisément celle du système nerveux; que par conséquent, dans l'organisme social, le système nerveux croîtra en même temps que le système alimentaire; que l'appareil régulateur ira lui-même croissant comme les autres; que la vie de l'État deviendra plus intense en même temps qu'augmentera l'intensité de la vie individuelle, et cela sans aucune contradiction; en un mot que l'individualité du tout progressera avec l'individualité même des parties.

(1) *Principes de sociologie*, t. II, p. 160.

V.

CLASSIFICATION GÉNÉRALE DES TYPES SOCIAUX.

Nous venons de voir comment il faut se représenter, dans le règne social, le rôle du système nerveux, à la fois sensitif, intellectuel et moteur. Du principe général de la classification sociologique, nous devons passer maintenant à la classification même dans ses grandes lignes. On sait qu'en vertu de l'accord nécessaire des organes avec les fonctions, les variétés du système nerveux entraînent, dans le règne animal, des variations correspondantes de *structure* organique, d'où dérivent les embranchements. Les formes des rayonnés, des mollusques, des annelés, des vertébrés ne font qu'exprimer d'une manière visible les rapports des centres nerveux entre eux et avec le centre principal, quand il y en a un. En d'autres termes, ce sont des formes de décentralisation ou de centralisation plus ou moins prononcées. Par analogie, on est amené à classer les sociétés selon leur structure plus ou moins décentralisée ou centralisée. Mais il y a ici un double écueil à éviter.

D'abord, il ne faut pas demander aux classifications de ce genre un caractère aussi rigoureux et aussi défini qu'aux classifications de la botanique ou de la zoologie. Chez les végétaux et les animaux, la structure primitive est beaucoup plus stable et se propage d'une façon bien plus uniforme à travers les siècles. Les sociétés, au contraire, — du moins les sociétés humaines, — ont une faculté d'évolution très rapide, une flexibilité, une plasticité qui modifie promptement leur structure à travers les âges. Outre l'influence du milieu extérieur, elles subissent encore l'influence d'une

(1) M. Spencer va jusqu'à trouver mauvaise l'intervention de l'État pour obliger les parents à l'instruction de leurs enfants ou pour fournir lui-même au besoin cette instruction. Voir page 181.

sorte de milieu intérieur, tout intellectuel, qui se transforme et les transforme sans cesse : je veux parler des idées acquises par la science, des sentiments, des passions, des goûts esthétiques, de tout ce qui constitue la vie intellectuelle et morale. Les espèces végétales ou animales participent à l'immobilité relative du milieu matériel, dont elles sont absolument dépendantes; au contraire, les idées et les volontés des êtres conscients, quoique soumises dans le fond au déterminisme universel, sont pourtant beaucoup plus mobiles que les actions purement mécaniques des cellules végétales ou animales. Elles sont même *automotrices*, en ce sens que, par une sorte de réflexion sur soi, l'idée d'un bien à atteindre s'imprime à elle-même un mouvement vers sa propre réalisation, se communique aux organes, se propage au dehors par leur intermédiaire et finit par se réaliser. La constitution typique de la société humaine varie ainsi par le seul fait que les divers membres de la société conçoivent cette variation possible : l'État, par exemple, se centralise ou se décentralise, selon les besoins; il devient plus autoritaire ou plus libéral, plus monarchique ou plus républicain. C'est l'analogie d'un annelé qui, peu à peu, deviendrait vertébré ou d'un vertébré qui deviendrait annelé sous l'influence d'un désir prolongé et efficace avec le temps, d'une idée déterminante et directrice. En un mot, l'évolution sociale subit la réaction non seulement du dehors, mais du dedans. Elle réagit elle-même sur elle-même par le moyen terme et le facteur des idées, qui sont aussi des forces (1). De là, la progressivité humaine, qui empêche d'enfermer nos organismes sociaux dans des cadres aussi tranchés et aussi inflexibles que ceux des classifications zoologiques ou botaniques. Ici, c'est un mobile qui s'avance avec tant de lenteur que son mouvement échappe au regard inattentif; là, c'est un mouvement accéléré qui va se compliquant et se transformant de telle sorte qu'il est difficile de saisir la régularité de la formule génératrice.

Un autre écueil à éviter dans la classification hiérarchique des diverses formes de structure sociale, c'est de trop assimiler ou de trop opposer les types d'animaux aux types de sociétés. M. Spencer, à notre avis, n'a pas évité cet écueil. Ses idées trop peu exactes sur le système nerveux ont entraîné des inexactitudes parallèles dans l'appréciation des structures plus ou moins centralisées que les sociétés présentent. Son point de départ, on s'en souvient, c'est ce principe que, dans l'animal, les unités existent pour le tout, tandis que, dans la société, le tout existe pour les unités; d'où dérive cette conséquence que le plus haut degré de développement pour l'animal est la plus grande centralisation, tandis que, pour les sociétés, ce serait la plus grande décentralisation. Nous avions réservé l'examen de cette théorie; nous sommes maintenant en mesure, d'après tout ce qui précède, de rectifier une vue trop étroite.

Commençons par examiner les organismes animaux sous ce rapport même de la centralisation et de la décentralisation, c'est-à-dire de l'importance relative du tout et des parties. Est-il vrai de dire avec M. Spencer que, dans l'organisme individuel, les unités existent *seulement* pour la prospérité de l'agrégat ou du centre dominateur? — On parle toujours de l'organisme comme s'il n'y avait d'autres êtres organisés que l'homme et les êtres supérieurs, comme si les plantes, les rayonnés, les annelés n'étaient pas aussi des organismes vivants. Cet oubli des organismes inférieurs est sans raison. Or on ne prétendra pas que, dans un polype, dans un ver de terre, dont les tronçons peuvent vivre une fois séparés du tout, les unités individuelles existent seulement pour le tout. Ne peut-on pas soutenir tout aussi bien que l'agrégat existe pour les unités composantes, dont chacune a sa vie propre? N'y a-t-il pas là, au même degré, *organisation* et *société*, organisation rudimentaire et société rudimentaire? Même dans les organismes supérieurs, comme les vertébrés, on ne peut dire d'une manière absolue que les unités existent pour le tout; il faut ajouter que le tout existe aussi pour les unités, mais à un degré beaucoup moindre; le corps de l'animal, par exemple, existe pour le cerveau, pour le cœur, pour l'estomac, pour les membres, pour les cellules. Comment donc soutenir, comme on le prétend souvent, que, dans l'animal, la nature sacrifie les parties au tout? Le tout n'a-t-il pas pour but d'élever les parties à une vie supérieure et de les entraîner dans un courant qui est pour elles un progrès? Les cellules qui ont servi dans une cervelle humaine à l'élaboration de la pensée n'ont-elles pas participé à une existence supérieure et, si l'on veut, à une forme de conscience supérieure? La prépondérance même du cerveau, où se produit la pensée du tout, n'assure-t-elle pas le maintien et le développement des poumons, du cœur, des muscles, des nerfs et des autres parties? De même pour les espèces, auxquelles on répète sans cesse que la nature sacrifie les individus, ne pourrait-on dire aussi bien, comme nous l'avons remarqué ailleurs (1), que l'espèce est une simple ressemblance plus ou moins provisoire entre une série d'individus, un lit creusé d'avance pour le torrent et par le torrent, et qui, en définitive, n'a d'autre fin que le bien non d'un seul individu, mais de tous? La subordination du tout aux parties ou des parties au tout est donc simplement une question de degré, et la formule de M. Spencer n'est pas acceptable en sa généralité. Il n'y a ni décentralisation absolue, ni centralisation absolue.

Dès lors, la vraie hiérarchie des organismes, au point de vue de leur structure plus ou moins centralisée, est la suivante :

1° Organismes très inférieurs et à peine centralisés, où le tout existe plus pour les unités que les unités pour le tout (par exemple certains zoophytes, comme les myxomycètes).

2° Organismes moins inférieurs, chez lesquels on peut dire indifféremment que le tout existe pour les unités et les unités pour le tout, car on y trouve à peu près équilibre ou équivalence entre le tout et les unités : il y a juxtaposition et coordination plutôt que subordination. Tels sont certains annelés et certains helminthes.

(1) Voir notre étude intitulée la *Philosophie des idées-forces, Revue philosophique*, août 1879.

(1) Voir *Revue des Deux Mondes*, 15 juillet 1879.

3° Organismes supérieurs, où les unités existent pour le tout plus que le tout pour les unités (par exemple, les vertébrés);

4° Nous sommes amenés, par le mouvement même de la pensée, à concevoir des organismes *très supérieurs* où il y aurait équilibre entre les unités et le tout, si bien qu'on pourrait dire à la fois que le tout y existe pour les unités et les unités pour le tout. Ces sortes d'organismes, qui supposeraient des parties ayant à la fois la conscience d'elles-mêmes et de l'ensemble, la volonté d'elles-mêmes et de l'ensemble, ne sont pas réalisés dans les plantes et les animaux qu'étudie l'histoire naturelle; mais nous n'en concevons pas moins leur existence possible comme un idéal d'organisation supérieure. Nous allons voir que cet idéal se réalise précisément dans l'ordre social, ou du moins tend à s'y réaliser.

Passons donc aux sociétés et voyons s'il est exact de dire que le tout y existe purement et simplement pour le profit et le bonheur des parties. « On doit toujours se rappeler, dit M. Spencer, que, si grands que puissent être les efforts tentés en faveur du corps politique, les exigences du corps politique ne sont rien en elles-mêmes; elles ne deviennent quelque chose qu'à condition d'incarner les exigences des individus qui le composent (1). » Sans doute, si l'on fait du corps politique un être, une personne subsistant en dehors et au-dessus des individus, on réalise une abstraction (2); mais n'en est-il pas de même si l'on considère le corps d'un animal inférieur? Ce corps fait-il autre chose que d'incarner les exigences des individus qui le composent et subsiste-t-il en dehors de tous ces individus? « Dans la société, continue M. Spencer, le bien-être de l'agrégat, considéré *à part* de celui des unités, n'est pas une fin qu'il faille chercher. » Mais c'est qu'un agrégat n'est rien *à part* des unités, un corps quelconque n'est rien à part des membres, un organe même n'est rien à part des organites, un cerveau n'est rien à part des cellules cérébrales. Un tout à part étant une abstraction, il n'est pas étonnant que le bonheur du tout sans le bonheur des parties soit aussi une abstraction. Dans la réalité, il s'agit d'un rapport, non entre les parties et un tout abstrait, mais entre *une* ou plusieurs parties et la *majorité* ou la *totalité* concrète des parties, entre une ou plusieurs fonctions (par exemple la nutrition, la locomotion) et d'autres fonctions supérieures (comme le sentiment et la pensée) ou encore la totalité des fonctions, qui est la vie même. L'habitude de donner à l'agrégat humain une *âme* spéciale, de réaliser ainsi les fonctions supérieures dans une substance séparée à la fois des parties du corps et du corps tout entier, nous incline à imaginer un intérêt de l'agrégat absolument distinct de l'intérêt des parties; mais c'est là une illusion de la métaphysique substantialiste, qui disparaît dès que nous voulons appliquer la même hypothèse aux animaux inférieurs ou aux plantes. En effet, dirons-nous que, dans un polype ou dans un annélide qu'on peut séparer en fragments, il y a une âme pour chaque fragment et une âme pour le tout? Dirons-nous que « l'âme végétative » d'un arbre est distincte de celle qui anime une bouture empruntée à cet arbre et produisant un arbre nouveau (1)? Toujours est-il que de telles considérations sont étrangères à la science positive et à l'histoire naturelle. Pour le naturaliste, il n'y a point de *tout séparé;* de même pour le sociologiste. Dès lors le parallélisme va reparaître entre la classification hiérarchique des organismes et celle des sociétés. Nous pouvons, en effet, classer celles-ci de la manière suivante :

1° Sociétés très rudimentaires et décentralisées, où le tout existe plutôt pour les parties que les parties pour le tout. Exemples, parmi les sociétés humaines : les peuplades sauvages, les associations passagères et accidentelles entre des individus qui restent encore isolés pour la plupart de leurs actions, les agrégats humains sans loi et sans gouvernement défini;

2° Sociétés à centralisation et à décentralisation encore imparfaites, où le tout existe autant pour les parties que les parties pour le tout. C'est là un moment de concurrence, de balance entre les intérêts individuels et l'intérêt collectif, moment par lequel a nécessairement passé l'évolution sociale. Il y a alors centralisation plus involontaire que volontaire, sous l'action d'un chef suprême ou d'un gouvernement quelconque auquel chaque tribu, chaque individu tend à se soustraire. C'est, pour ainsi dire, un despotisme en équilibre avec l'anarchie. Le moyen âge pourrait nous en offrir plus d'un exemple;

3° Sociétés supérieures aux précédentes, où les individus existent pour l'État plus que l'État pour l'individu. On y peut faire rentrer les États militaires, fortement centralisés, dont parle M. Spencer;

4° Sociétés très supérieures, où l'État existe pour les individus autant que les individus pour l'État. C'est la synthèse idéale de la centralisation et de la décentralisation, synthèse qui est en même temps la forme suprême de l'organisme et de la société.

On voit ici de nouveau combien nous sommes loin de nous représenter l'État supérieur sous la forme d'un pur *individualisme*. Nous ne saurions admettre, pour notre part, aucune doctrine exclusive sur ce point, et nous pensons que la décentralisation parfaite est compatible avec la parfaite centralisation. En effet, plus les citoyens sont libres, d'une liberté éclairée par la science, mieux ils comprennent l'utilité de l'association, c'est-à-dire la multiplication de force, d'intelligence, de liberté même, qui résulte de l'union des forces, des intelligences, des libertés. De là la coïncidence des progrès de la liberté individuelle avec ceux du régime contractuel. Dès lors, la décentralisation même provoque des foyers nouveaux de libre centralisation, c'est-à-dire des organismes ayant pour moteur l'idée même qui a réuni la libre adhésion de leurs membres. La science, l'art, la philosophie, la morale, la philanthropie, la religion, sont des *centres* supérieurs où peuvent se rallier les libertés *décentralisées*. Or, à mesure

(1) S 222.

(2) Voir notre *Science sociale contemporaine*, livre III, la *Conscience sociale*.

(1) Voir la *Science sociale contemporaine*, livre II.

que les opinions politiques iront convergeant et se réconciliant, qui empêchera les citoyens de confier librement à l'État des attributions de plus en plus importantes? La fédération des associations, conséquemment leur centralisation sur les points où s'est fait l'accord, ira croissant avec l'harmonie des intelligences et des intérêts. L'État à venir sera donc une association d'associations, une centralisation libre résultant de la décentralisation même, où il y aura harmonie entre l'intérêt de tous et l'intérêt de chacun, entre la liberté de tous et la liberté de chacun (1). L'organisme contractuel, dans sa perfection, est la conciliation de ces deux choses en apparence contradictoires : individualité et collectivité, décentralisation et centralisation, liberté des parties et cohésion du tout. L'idée de l'organisme contractuel échappe ainsi aux objections que provoquent soit l'idée de contrat sans celle d'organisme, soit l'idée de l'organisme sans celle de contrat.

Si M. Spencer a trop opposé l'organisme social à l'organisme individuel, d'autres naturalistes, par un excès opposé, ont trop assimilé le premier au second et en ont tiré des conclusions favorables à une centralisation autoritaire. Rien de plus inexact et de plus artificiel, par exemple, que les classifications sociologiques introduites par M. Jœger, sous l'empire des préoccupations allemandes, dans un *Manuel de zoologie* qui aurait dû rester tout entier sur le domaine de la science positive. On y trouve un mélange de politique vague et de zoologie également vague, qui fait contraste avec la science ailleurs si sûre de l'auteur (2). M. Jœger ne conçoit que deux grands types de société, l'un décentralisé, l'autre centralisé; mais, au lieu de les caractériser comme M. Spencer par l'industrialisme et le militarisme, il les caractérise par leur mode de formation. Au plus bas degré sont, selon lui, les États d'*agrégation,* « formés par le concours en un même lieu d'individus qui n'ont entre eux aucun rapport de proche parenté et qui présentent des différences plus ou moins considérables. Cette sorte d'État se rencontre seulement parmi les hommes. Telles sont l'Amérique et la Suisse ». Au-dessus sont les États de *génération,* ainsi appelés parce qu'ils se forment « à la suite de l'accroissement numérique de la famille par la reproduction ». Tels sont les États des fourmis ou des abeilles et, chez les hommes, les *États nationaux,* formés d'hommes de même race, de même parenté, de même nationalité (par exemple l'Allemagne.) — Cette première division soulève déjà des objections nombreuses. Ne voir dans les États tantôt qu'une agrégation confuse, tantôt qu'un simple accroissement de la famille, placer par suite l'Amérique et la Suisse au-dessous du type offert par les ruches ou les fourmilières, c'est de la fantaisie et non de la science. En admettant qu'il y ait des États d'agrégation (ce qui est vrai) et des États de génération (ce qui est sujet à plus de réserves), au moins faut-il admettre un troisième type d'État, supérieur aux deux autres, réunissant la liberté et la décentralisation du premier avec l'ordre légal et la centralisation du second. L'*État contractuel* n'est ni une agrégation ni une famille : il est une coopération volontaire entre des citoyens, qui n'exclut nullement les liens antérieurs de la nationalité; il est un contrat entre des êtres égaux et libres, qui ne fait que compléter la fraternité du sang par la fraternité des esprits. Si l'Amérique et la Suisse ne répondent pas entièrement à cet idéal, on ne peut cependant sans injustice les appeler de simples *agrégations* d'hommes, ni proclamer en style biblique que, « si de pareils États ne périssent pas prématurément, ils atteignent le stade de tyrannie pour *suivre ensuite* le chemin de toute chair ». Nous ne voyons pas davantage qu'aux États-Unis et en Suisse il y ait « situation anxieuse pour l'individu ». Quant à la France, n'en parlons pas; il est aisé de prévoir ce que M. Jœger en pense. « Les États de génération, continue-t-il, sont les plus naturels, puisque le principe régulateur de toute organisation, la *subordination,* y existe déjà par la présence d'ancêtres de divers degrés. Les États agrégés ont beaucoup plus de peine à acquérir une organisation, parce que leurs parties constituantes sont, au début, simplement coordonnées et que le principe d'ancienneté y est tout à fait sans action. » M. Jœger, comme on le voit, accorde au principe de la *subordination* une importance exagérée, qui tient à ses préjugés aristocratiques et militaires. De plus, il ne voit pas que des libertés d'abord *coordonnées* peuvent produire elles-mêmes, par voie de choix, de suffrage et de division des fonctions, une *subordination* sociale d'autant plus parfaite qu'elle est consciente et voulue. Comment donc admettre, avec M. Jœger, que la *république* soit parmi les formes « les moins élevées » de la société, sous prétexte qu'elle est une simple agrégation de citoyens? Elle est au contraire, en sa perfection typique, la combinaison la plus savante des volontés, la synthèse la plus compréhensive de l'action individuelle et de l'action centrale. D'autre part, le Prussien ne montre-t-il pas trop le bout de l'oreille quand il déclare gravement, au nom de la *zoologie* : « Le degré le plus élevé que puisse atteindre une société, la monarchie constitutionnelle, ne peut être atteint que dans la période nationale des États de génération. » Il faut sans doute introduire l'histoire naturelle dans la politique, sans toutefois prétendre lui donner un autre rôle que celui d'étude préparatoire et d'éclaircissement utile, — tout au plus de contrôle en cas de besoin; — mais à coup sûr il ne faut pas introduire la politique dans l'histoire naturelle. C'est ce qu'oublient trop souvent les Jœger, les Virchow et parfois même les Hæckel. Les classifications sociologiques, dans leurs grands embranchements, peuvent encore offrir quelque analogie, *mutatis mutandis,* avec les classifications zoologiques; mais, quand on passe aux détails, aux genres et aux espèces, le zoologiste doit céder la place au sociologiste, au jurisconsulte, à l'économiste, au politique proprement dit. Il est tel zoologiste fort savant qui ignore les principes les plus élémentaires de la science sociale et politique.

(1) Voir sur les attributions de l'État, la *Science sociale contemporaine,* livre I, chap. III.

(2) Nous avons déjà ailleurs relevé plusieurs inexactitudes de M. Jœger; ici, c'est la classification tout entière que nous contestons. Voir la *Revue des Deux Mondes,* 15 juillet 1879, et la *Science sociale contemporaine,* livre III.

VI.

DE L'IDÉE DE PROGRÈS DANS L'ÉVOLUTION DES ORGANISMES SOCIAUX.

Dans les pages qui précèdent, nous avons présenté la classification des organismes sociaux comme une hiérarchie, par conséquent comme un progrès analogue à celui qui se manifeste depuis les rayonnés ou les mollusques jusqu'aux annelés et aux vertébrés. Les philosophes qui soutiennent encore la nécessité des idées *à priori* dans la morale, dans la science sociale et même dans la science naturelle, prétendent que tout naturaliste ou sociologiste qui rejette ces idées perd, par cela même, le droit de parler de progrès. La théorie de l'évolution, dit-on, « ne peut faire sortir de sa loi de la *variation* des espèces la loi du *progrès* des espèces », ni conséquemment de la simple variation des formes sociales le progrès de ces formes; elle est donc obligée « de se fonder elle-même sur un *à priori* moral, en dépit des apparences qu'elle se donne (1) ». — « On est de son temps et moral comme les hommes de son temps; on croit donc la paix meilleure que la guerre... Partant de là, on donne la paix pour but au progrès, et on se persuade que le progrès ainsi entendu est un fait *naturel*, un fait d'*évolution spontanée* dans les sociétés humaines... Au fond, le vrai mobile du penseur évolutionniste est un jugement moral par lequel il décide de ce qui fait la supériorité morale d'une société, donc et premièrement d'une personne, car la source est là. Puis il donne à l'évolution, en tant que progrès, la mission d'acheminer spontanément les hommes vers l'état supérieur ainsi déterminé (2). » Cette objection ne se soutient pas. La détermination de l'état supérieur n'exige aucun *à priori* moral, aucun impératif catégorique, aucun appel à l'absolu. L'évolution, selon nous, ne présuppose pas la paix, la justice, la moralité, elle les produit; et elle les produit de deux manières, 1° par le développement de l'intérêt et de la sympathie, de l'égoïsme rationnel et de l'altruisme rationnel; 2° par l'influence des idées, c'est-à-dire par la tendance de l'idéal à se réaliser dans la mesure où il se conçoit. Par ce second point nous différons de M. Spencer, qui ne fait pas à l'idéalisme et aux influences intellectuelles une part assez large. — Mais votre idéal, dira-t-on, est un *à priori*. — Rien ne le prouve. Nous pouvons arriver par l'expérience même, et nous arrivons en effet à concevoir une société d'êtres libres, égaux et frères, une république universelle, qui, si elle était réalisée, serait évidemment meilleure que la guerre et le conflit des forces : il suffit pour cela d'admettre que le bonheur général est supérieur au malheur général, que le développement le plus grand possible des intelligences, des volontés, des sensibilités, est supérieur à leur état rudimentaire, ne fût-ce que comme constituant un fond de félicité plus grande. Même au point de vue tout mécanique du maximum de force à obtenir dans la société, la paix et l'harmonie sont encore supérieures à la guerre et à la discorde (1). Nous n'avons donc pas besoin d'invoquer un principe *à priori*, transcendant et mystique, là où suffisent les *faits* et les *idées*. L'*évolution*, chez les êtres intelligents et sensibles, ne peut pas ne pas apparaître comme étant en même temps un *progrès*, puisque le progrès n'est au fond que l'évolution même de l'intelligence et de la sensibilité vers un maximum qui serait leur état-limite, en d'autres termes la *variation* dans le sens d'un *accroissement* de la pensée et du bonheur.

Les exemples mêmes qu'invoquent les partisans de l'*à priori* se retournent contre eux. A les croire, « l'évolutionnisme n'a aucun principe d'où se puisse déduire le développement de l'homme en liberté et en moralité... Si on ne devait avoir égard qu'au *bonheur* des individus, on n'aurait *aucune raison* de penser que l'individualisme est supérieur au militarisme... la paix meilleure que la guerre (2). » Est-il donc bien difficile de démontrer qu'un état de société où les hommes s'entretuent produit une moindre somme de bonheur général qu'une société où les hommes travaillent, échangent leurs services, demandent aux sciences physiques ou sociales les meilleurs moyens d'organiser l'industrie pour la plus grande satisfaction de tous (3)?

Je sais ce qu'on pourrait me dire relativement au progrès du

(1) M. Renouvier, *ibid.*
(2) M. Renouvier, *ibid.*

(1) Voir notre *Idée moderne du droit, en Allemagne, en Angleterre et en France*, livre I.
(2) M. Renouvier, *ibid.*
(3) M. Renouvier ajoute qu'il ne voit pas en quoi « une société de marchands vaut mieux qu'une société où les passions prennent la forme guerrière ». Répétons que l'idéal de l'industrialisme véritable n'est pas seulement une société de marchands. M. Renouvier est-il bien juste quand il attribue cette pensée à M. Spencer, et qu'il passe entièrement sous silence les lignes de ce dernier (d'ailleurs trop courtes) relatives aux sociétés à venir? Avec cette manière de critiquer, il est trop facile d'avoir raison. L'industrialisme suppose encore des producteurs (conséquemment des savants ou des travailleurs), et des consommateurs (conséquemment des hommes qui jouissent et bénéficient du travail commun). « Mais, objecte M. Renouvier, le militarisme et les luttes pour la domination sont du goût de bien des gens et, s'il s'agit de bonheur, le bonheur doit être pour ceux-là où ils le placent et non pas où le met pour eux une théorie de l'évolution. » La science et la théorie, répondrons-nous, ne s'occupe pas du goût de tels ou tels individus particuliers : elle détermine les lois générales du bonheur général. Or, à ce point de vue, quoique M. Renouvier déclare l'évolutionnisme incapable de le démontrer, il est certain que « la paix est meilleure que la guerre ». M. Renouvier lui-même, par une contradiction formelle avec soi, et cela à quelques pages de distance, nous en fournit la preuve ; car plus haut, après avoir fort justement constaté la coïncidence à notre époque de l'industrialisme et d'un nouveau militarisme, il ajoute : « Mais, en toute chose, il faut considérer la fin. La guerre finit toujours par engendrer la servitude, elle l'exige et la produit encore plus sûrement pour les vainqueurs que pour les vaincus » (page 408, note). N'est-ce pas là reconnaître, comme le dit encore à la même page M. Renouvier lui-même, que « les lois de la vie sociale, dans l'ensemble de l'histoire, rattachent les institutions militaires au progrès de la centralisation et de la servitude en tout genre, et rendent les civilisations industrielles favorables au progrès de la *liberté*, au dégagement des *puissances individuelles*, les seules créatrices et fécondes. » S'il en est ainsi, comment l'évolutionnisme serait-il impuissant à démontrer que le progrès de la *liberté*, du *travail* et des *puissances individuelles* est le plus favorable au progrès du *bonheur général?*

bonheur général : l'industrie amène elle-même, par la concurrence, des misères sociales et une autre forme de la lutte pour la vie. — Rien de plus vrai ; mais d'abord ces misères modernes sont bien inférieures à celles d'une société perpétuellement en guerre et en servitude, comme les sociétés de l'antiquité ou du moyen âge. De plus, ce n'est pas vraiment l'industrie qui les *amène ;* elle les laisse seulement subsister. Enfin, si elle les laisse subsister, c'est qu'elle est mal organisée, c'est qu'elle est livrée à une décentralisation malheureuse, à un individualisme mal entendu, à un éparpillement des forces vives qui entraîne sur beaucoup de points une véritable anarchie industrielle. Ici reparaît le défaut des conceptions de M. Spencer, qui est trop ennemi d'une centralisation bien entendue. Le régime actuel de l'industrie, où le capital lutte avec le travail et où l'association joue encore un si faible rôle, n'est évidemment pas le régime final ; l'intérêt même des travailleurs, la simple recherche du bonheur général, — sans parler des autres mobiles de l'humanité, — suffiront pour amener avec le temps le type supérieur d'organisme social où se réconcilieront, comme nous l'avons vu, la décentralisation et la centralisation, la liberté des contrats et la solidarité produite par les contrats mêmes.

Après avoir reproché à l'évolutionnisme de ne pouvoir s'élever à l'idée de progrès, les partisans des *hiatus* dans la nature lui reprochent de n'admettre qu'un progrès fatal, de considérer la variation graduelle des espèces, des organismes des sociétés, comme « un fait *naturel* et *spontané* ». — Oui, en ce sens que cette variation s'accomplit par des moyens naturels et inhérents à notre constitution même, à notre activité, à notre spontanéité. Non, si on veut dire que l'évolution sociale s'accomplira toute seule et sans nous. On semble croire que les partisans de l'évolution la personnifient et lui « donnent la mission d'acheminer spontanément les hommes vers l'état supérieur ». Cette conception enfantine est celle des partisans de la Providence, non la nôtre. Nous admettons, au contraire, que l'évolution humaine, pour s'accomplir, a besoin d'être : 1° pensée ; 2° désirée par l'homme, qui est à la fois l'ouvrier et l'œuvre. La société parfaite est un idéal qui s'actualise par notre intermédaire, en satisfaisant à la fois notre intelligence et notre sensibilité. Si M. Spencer a pu parfois sembler admettre une sorte de passivité, une sorte de quiétisme dans l'attente de l'avenir, il a eu tort ; selon nous, l'organisme social n'évolue pas, comme l'organisme animal, par une loi inconsciente et indépendante de la société, puisque c'est la société même avec tous ses individus qui est le facteur de son développement ; il évolue au moyen de son idée même présente à tous ses membres et acceptée par eux. Les sociétés se donnent à elles-mêmes une place, plus ou moins haut, plus ou moins bas, dans les groupes de la classification sociologique : elles se classent elles-mêmes. Or, si l'évolution sous l'influence automotrice des idées est toujours un *déterminisme,* elle n'en échappe pas moins à l'objection de *fatalisme* et de *quiétisme,* que l'on dirige d'ordinaire contre la théorie de l'organisme social. Le déterminisme ainsi compris n'entraîne nullement la suppression des individus, de leurs libertés, de leurs droits, qui sont les moyens mêmes et les fins du progrès ; aussi est-il inexact de prétendre que, si la société est un organisme, « nul organe n'a plus d'autre droit que celui de faire son devoir, axiome positiviste et jésuitique ». C'est là méconnaître le caractère conscient qui appartient aux éléments de l'organisme social, c'est méconnaître la nature volontaire et contractuelle de cet organisme même, c'est aussi en méconnaître le but final, qui est la liberté de tous et non l'asservissement de tous.

Au reproche de fatalisme, on joint celui de socialisme — un de ces mots dont on abuse aujourd'hui comme on a abusé naguère du panthéisme (1). Cette objection provient d'une thèse que nous avons déjà réfutée en étudiant la classification des sociétés. Il est faux que l'analogie de la société et de l'organisme conduise, « quand on y est fidèle jusqu'au bout », à définir la société supérieure, ainsi que l'animal supérieur, « par la plus grande subordination des parties à la fonction centrale et au tout », « par le sacrifice de l'individu (2) ». Nous voulons, au contraire, que ce soient les individus qui, de leur propre mouvement, s'accordent, s'associent, contractent, forment ainsi un organisme intelligent et volontaire, d'autant plus vivant et animé, et aussi d'autant plus solide et durable, qu'il est plus intelligent et plus volontaire. Parce que nous nous faisons membres du grand corps social et y accomplissons notre fonction avec spontanéité et conscience, s'ensuit-il que nous perdions notre personnalité ? L'*union* parfaite est-elle la même chose que l'unité absolue ? Une république pacifique et heureuse est-elle un État sans citoyens ou un État dont les citoyens soient nécessairement esclaves ? Le degré de sacrifice que la société réclame de ses membres n'est pas plus grand parce que l'on considère la société comme un organisme ; et si en outre on la considère comme un organisme contractuel, il n'y a plus d'autre sacrifice nécessaire que celui qui est exigé par le respect des droits d'autrui et de tous les contrats dont l'ensemble forme l'organisation sociale.

En résumé, la biologie, la sociologie, la politique, la morale même sont d'accord ; l'évolution organique est en harmonie avec l'évolution sociale, la classification des organismes avec la classification des sociétés. Mais les analogies n'excluent pas les différences, et il faut se défier des inductions précipitées qu'on fait parfois de l'animal à la société humaine. Par conséquent, nous croyons que la biologie ne doit pas classer les sociétés dans le règne animal, mais dans un règne supérieur, car il s'agit d'organismes vraiment nouveaux et spécifiques, ayant leur constitution et leurs lois propres. En

(1) Déjà M. Huxley avait prétendu que la conception de l'organisme social tend logiquement au despotisme de l'État et de la communauté. Déjà M. Janet, en examinant le livre de M. Espinas sur les sociétés animales, avait laissé entendre que l'assimilation de la société à l'organisme vivant aboutit au socialisme. M. Renouvier, qui admet lui-même avec raison la légitimité d'un certain socialisme libéral, entendu dans le bon sens du mot, déclare que « le socialisme *autoritaire* trouve une pleine satisfaction dans la théorie de l'organisme social ».

(2) Renouvier, *ibid.*, p. 413, 416. Même objection dans l'étude de M. Huxley sur le *Nihilisme administratif.*

couronnant ainsi l'évolution de la nature par l'évolution sociale, où l'intelligence devient le principal moteur, on ne compromet ni la moralité ni la liberté bien entendue. Pour nous, nous ne saurions admettre que le vrai libéralisme ait rien à craindre de la science ni de l'extension des méthodes scientifiques à l'étude des questions sociales. L'histoire naturelle bien interprétée donne elle-même raison à ceux qui veulent le progrès de la solidarité par celui de la liberté individuelle. Il est possible, pour faire une nouvelle application d'une vieille sentence, qu'un peu de science éloigne de la liberté, mais beaucoup de science y ramène.

ALFRED FOUILLÉE.

ENSEIGNEMENT DES SCIENCES

La Pétrologie

DE LA PLACE QU'ELLE DOIT OCCUPER DANS LES PROGRAMMES UNIVERSITAIRES ET DES MODIFICATIONS PRINCIPALES A APPORTER DANS CES PROGRAMMES EN CE QUI CONCERNE LES SCIENCES GÉOLOGIQUES.

Depuis que la géologie est constitué à l'état de science distincte, la pétrologie (science des roches) n'a cessé d'être considérée comme l'une de ses bases fondamentales. Elle figure dans tous les programmes d'études géologiques. Elle est représentée par l'une de ses branches, la minéralogie, dans le programme de la licence ès sciences physiques et fait intégralement partie des connaissances exigées pour la licence ès sciences naturelles. Enfin, elle a fourni matière à des thèses pour l'obtention du diplôme de docteur ès sciences.

Dans ces dernières années, grâce à l'emploi du microscope et à l'application méthodique des données optiques, elle a subi un développement inattendu. Par suite, elle ne peut plus être enseignée comme autrefois. Le changement survenu dans ses méthodes d'étude doit entraîner des modifications correspondantes dans les programmes où elle figure. La nécessité de ces modifications est telle que je crois devoir appeler sur elles l'attention des hommes compétents.

La connaissance des roches implique celle des minéraux qui entrent dans leur composition; la pétrologie repose donc essentiellement sur la minéralogie. Les découvertes nouvelles n'ont fait que confirmer ce principe et resserrer le lien qui existe entre ces deux sciences, mais, en outre, elles ont démontré l'importance spéciale de la partie de la minéralogie qui se rapporte à la détermination usuelle des propriétés optiques des minéraux. Or, cette branche de la minéralogie ne peut, dans l'état actuel de la science, être enseignée avec le degré d'exactitude indispensable qu'autant que les notions de haute optique qui s'acquièrent maintenant dans les cours de physique sont déjà familières à l'esprit des élèves.

Ainsi l'enseignement de la pétrologie doit être précédé de celui de la minéralogie, et celui-ci doit à son tour avoir pour point de départ un cours d'optique étendu et approfondi. Supposons un élève ne connaissant pas l'optique, la partie la plus importante de la minéralogie serait aujourd'hui inabordable pour lui; et si l'on manque de connaissances minéralogiques, on ne peut devenir pétrologiste. Ces conséquences sont absolument rigoureuses; rien n'en peut atténuer la netteté ni la force.

Maintenant, ceci posé, il est aisé de démontrer que les programmes actuellement adoptés pour la licence ès sciences physiques et pour la licence ès sciences naturelles sont en pleine contradiction avec ces données.

1° La pétrologie est comprise dans le programme de la licence ès sciences naturelles; la minéralogie et l'optique sont rattachées à la licence ès sciences physiques. Ainsi, des sciences qui sont unies par un lien d'études nécessaire se trouvent absolument disjointes dans les programmes universitaires. Il en résulte une double conséquence. D'une part, l'enseignement de la pétrologie, s'adressant à des jeunes gens qui n'en possèdent pas le substratum, devient impraticable et illusoire; et, d'autre part, les élèves minéralogistes, écartés complètement des sciences naturelles par le cadre même de leurs études antérieures, ne songent même pas à explorer la branche de la géologie qui devrait être le couronnement normal de leurs travaux; la minéralogie, privée de la plus brillante de ses applications, n'est plus pour eux qu'une science aride et sans issue.

Trop souvent la minéralogie est enseignée dans les Facultés, ou par des professeurs de sciences naturelles qui n'en connaissent que les généralités, ou par des professeurs de sciences physiques qui la réduisent à l'état d'une doctrine purement théorique.

2° Si l'union de la minéralogie et de la pétrologie est complètement mise de côté dans les programmes universitaires, celle de l'optique et de la minéralogie n'est pas beaucoup mieux observée. A l'École normale, la minéralogie fait partie du programme de la première année d'études; l'optique n'apparaît que dans le programme de la seconde année. Comment le professeur de minéralogie pourrait-il faire comprendre les propriétés optiques des minéraux à des jeunes gens qui n'ont encore aucune notion des propriétés de la lumière polarisée?

Il est réduit à leur donner des notions vagues et insuffisantes, qui, précisément par ce fait même, déplaisent à ces jeunes esprits habitués à la précision. Un an plus tard, quand les études optiques sont abordées à leur tour, la minéralogie est oubliée déjà depuis longtemps, et, le plus souvent, reléguée parmi les connaissances dont on ne tirera jamais aucun parti.

Ainsi, pour me servir d'une image vulgaire, mais qui représente parfaitement les faits, dans le mode d'étude adopté pour les sciences physiques à l'École normale, le chariot est mis avant l'attelage.

Dans les Facultés des sciences, l'anomalie est un peu moins évidente. La minéralogie et la physique s'apprennent concurremment. Cependant, si l'on songe que l'enseignement de la minéralogie se fait en général dans le premier semestre

du cours et celui de l'optique dans le second, on devra reconnaître que les inconvénients du plan d'études adopté diffèrent peu de ceux que j'ai signalés comme existant dans les programmes de l'École normale.

Après avoir indiqué ainsi les imperfections des programmes de licence actuellement en vigueur, je crois devoir conclure en demandant :

1° Que la pétrologie soit rattachée à la licence ès sciences physiques.

2° Que l'optique soit enseignée avant la minéralogie.

La première de ces deux propositions ne peut manquer de soulever une objection à laquelle je me hâte de répondre.

Si la pétrologie est une branche de la géologie, n'est-il pas étrange de l'écarter de la stratigraphie et de la paléontologie qui sont les deux autres rameaux de la même science?

Je répondrai que la place assignée par moi à la pétrologie est d'ordre purement pédagogique. Le but du classement proposé est de faciliter l'étude de cette science. Pourquoi hésiterait-on à la comprendre dans le programme de la licence ès sciences physiques, alors que la minéralogie y est déjà rattachée depuis longtemps?

Maintenant, loin de vouloir la séparer effectivement des sciences naturelles, je prétends au contraire que tout géologue devrait connaître les éléments des trois branches de la géologie, quitte à cultiver plus spécialement l'une d'elles, s'il y est porté par ses goûts et ses aptitudes particulières. Il est impossible notamment d'être stratigraphe, si l'on n'est pas en même temps paléontologiste et pétrographe. On sait, en effet, que pour déterminer sûrement la succession des assises qui composent un terrain, il est nécessaire de s'aider de la connaissance des roches et des fossiles. Et, de même que l'on ne peut être paléontologiste, si l'on n'a pas sérieusement cultivé la zoologie et la botanique; de même, il est impossible d'être véritablement détrologiste, si l'on ne possède des notions étendues en physique et en chimie. La connaissance des matières qui figurent sur les deux programmes de la licence ès sciences physiques et de la licence ès sciences naturelles est donc indispensable pour faire un géologue. En réclamant ce double titre de tout professeur appelé à enseigner la géologie, on satisferait aux exigences qui résultent de l'enchaînement des sciences diverses et en même temps on serait certain de la compétence des professeurs chargés de tels cours.

Ajoutons encore que les professeurs de géologie se trouveraient aptes au besoin à enseigner les autres branches de l'histoire naturelle, par suite même des études que comporte l'acquisition des deux licences.

Ainsi, loin de chercher à isoler les trois branches de la géologie, nous croyons qu'elles devraient être cultivées simultanément par les mêmes élèves. Le transfert de la pétrologie dans le programme de la licence ès sciences physiques ne fait que rendre plus pressante pour les futurs professeurs de géologie la nécessité d'acquérir le grade de licencié ès sciences naturelles.

Les méthodes d'enseignement de la géologie actuellement usitées laissent à désirer, aussi bien dans les cours de l'enseignement supérieur que dans ceux de l'enseignement secondaire.

Les professeurs de l'enseignement supérieur chargés des cours possèdent les connaissances du programme de la licence ès sciences naturelles, mais en général celles qui figurent dans le programme de la licence ès sciences physiques leur font défaut; c'est pourquoi la plupart d'entre eux sont exclusivement paléontologistes.

Inversement, les professeurs de l'enseignement secondaire, munis du diplôme de licencié ès sciences physiques, ignorent à peu près complètement les éléments de l'histoire naturelle; un très petit nombre d'entre eux possèdent le titre de licencié ès sciences naturelles. Ils n'enseignent donc l'histoire naturelle, et la géologie en particulier, qu'avec répugnance et ennui.

Pour remédier à ce fâcheux état de choses, il y aurait lieu d'adopter diverses mesures, que je me contente d'énumérer ici :

1° N'admettre à l'enseignement de la géologie dans les Facultés des sciences que des candidats pourvus du double diplôme de licencié ès sciences physiques et de licencié ès sciences naturelles.

2° Rétablir l'agrégation ès sciences naturelles, ou la remettre en vigueur.

3° Dans les lycées, charger spécialement des cours d'histoire naturelle les professeurs munis du diplôme d'agrégé ès sciences naturelles, ou au moins de celui de licencié ès sciences naturelles.

4° Exiger les deux diplômes de licencié ès sciences physiques et de licencié ès sciences naturelles des maîtres de conférences, préparateurs et aides-naturalistes attachés aux chaires d'histoire naturelle de l'enseignement supérieur.

5° A l'École normale, rétablir la section d'histoire naturelle, et, pour faciliter le travail des élèves qui en feront partie, les exempter des cours de mathématiques pendant la seconde année d'études, remplacer ces cours par des cours et des exercices pratiques se rapportant aux sciences auxquelles ils se seront plus spécialement consacrés. Cette dernière mesure est rendue indispensable par la variété et l'étendue des connaissances qu'implique l'obtention des deux diplômes de licencié ès sciences physiques et de licencié ès sciences naturelles.

FOUQUÉ.

(1) Il serait convenable aussi, pour faciliter l'enseignement de la minéralogie, que la trigonométrie sphérique fut étudiée dans les cours de mathématiques spéciales des lycées.

VARIÉTÉS

Une encyclopédie scientifique au IX[e] siècle.

Tel est à peu près le titre sous lequel un bénédictin allemand vient de publier un curieux travail (1). Il ne s'agit de rien moins que de faire connaître au monde savant les œuvres de Rhaban, l'illustre abbé de Fulda. De la vie de ce grand homme inconnu nous ne savons guère que quelques dates. Né en 788, il entra dans le monastère en 797, fut envoyé à Rome en 806, devint abbé de Fulda en 825, archevêque de Mayence en 847, et mourut en 856. Ce qui nous intéresse plus que sa vie, c'est son œuvre. Peut-être mérite-t-elle d'être révélée.

Cette œuvre est vaste, comme l'indique le titre : *De universo,* de tout! Aujourd'hui nous sommes plus modestes, et personne, ni un abbé, ni même un bénédictin, n'oserait traiter ainsi de tout et afficher cette prétention dès la première page. Aussi quel mélange de sciences hétéroclites, qui semblent jurer d'être réunies dans un même ouvrage! — Livre I : de la Trinité et des anges. — Livre II : des patriarches et des prophètes. — Livre III : des hommes et des femmes qui sont nommés dans l'Ancien Testament. — Livre VI : de l'homme et des diverses parties du corps humain. — Livre IX : du monde, des atomes, des éléments, du ciel, des étoiles, des météores. — Livre X : de l'almanach et des fêtes. — Livre XII : de la terre. — Livre XIII : des parties verticales (?) de la terre. — Livre XV : des philosophes, des poètes, des sorciers, des idoles et des païens. — Livre XVIII : des mesures, des poids, des nombres, de la musique, de la médecine et des maladies. — Livre XX : de la guerre, des chevaux et des navires, etc. Je ne sais, n'ayant pas eu le manuscrit de Rhaban entre les mains, si le livre XVIII est plus long que le livre III; mais il me paraît que leur importance est différente.

La médecine, d'après Rhaban, ne fait pas partie des sept arts libéraux (Grammaire, Rhétorique, Dialectique, Arithmétique, Géométrie, Musique, Astronomie). C'est Apollon qui l'a inventée. Esculape, le fils d'Apollon, la perfectionna beaucoup. On voit que l'honnête religieux ne doute pas des mythes de l'antiquité; il mêle naïvement les légendes de l'Ancien Testament aux récits d'Hésiode et d'Homère; car, sur le même rang qu'Esculape, il place le roi David, qui, étant jeune, guérit Saül en jouant de la harpe.

Au point de vue anatomique, Rhaban excelle dans les étymologies. Il semble même que toute la science consiste dans une bonne étymologie. Ainsi le mot narine, *nares* (narine) vient de ce que les odeurs passent par le nez (*manare*) ou bien encore de ce que nous avons appris quelque chose (*norimus*) en connaissant l'odeur des objets. Aussi, dire de quelqu'un qu'il est ignorant (*ignarus*), cela signifie qu'il n'a pas de nez. Le rôle du nez est aussi d'éliminer les humeurs nocives du cerveau. Joue (*genæ*) vient de ce que c'est là que commence à pousser la barbe (*quod inde incipiant gigni barbæ*). *Fémur* vient de femme (*fœmina*), parce que les fémurs de l'homme et de la femme ne se ressemblent pas. *Oculus,* œil, vient de ce que le globe oculaire se cache (*occultat*) derrière les paupières. *Gustus,* goût, dérive du mot *guttur* (gosier); *auris,* oreille, dérive du mot *haurire* (puiser), parce que l'oreille puise les sons du dehors. Le mot fibre a une étymologie plus étrange, si cela est possible. On dit les fibres du foie, car, chez les païens, le foie était porté à l'autel (*fibræ, id est ad aras ferebantur*. Le mot oiseau (*avis*) vient de ce que les oiseaux n'ont pas de route tracée sur la terre (*a-viâ*); *pirus* (poire) vient de πῦρ, feu : car les poires ont la forme d'une langue de feu. *Manus,* main, vient de *munus,* parce que les mains remplissent des fonctions très utiles. *Cor* (cœur) vient de *cura* (souci), parce que tous les chagrins ont leur source dans le cœur.

Cependant les idées physiologiques et cosmiques de l'abbé de Fulda ne sont pas supérieures à sa science étymologique. Le sang est contenu dans les veines, et les artères ne contiennent que de l'air. Cet air vient du poumon qui joue le rôle d'une pompe pour tout le corps et rafraîchit le sang. Le sang est le siège de l'âme; et cette âme, lorsqu'elle est irritée, ne peut être rafraîchie que par l'air apporté par les poumons jusqu'au cœur. D'ailleurs l'âme n'est pas seulement dans le sang; elle est encore dans les enveloppes du cœur (*præcordia*).

Le foie contient un élément igné qu'il envoie jusqu'au cerveau; de là l'élément igné arrive à l'œil, aux membres *et* aux appareils sensoriels. Ce sont les aliments qui entretiennent ce feu sacré du foie. Quant à la bile, elle est le siège de la colère. L'axiome général résumant la physiologie du prieur de Fulda est le suivant: *Splene ridemus; felle irascimur; corde sapimus; jecore amamus, quibus quatuor elementis constantibus integrum est animal.* C'est dans les reins que la liqueur séminale est sécrétée. Les femmes sont les seuls êtres de la création qui soient sensibles à l'action de la lune. Le sang menstruel est dû à l'influence de cet astre. D'ailleurs ce sang a des propriétés terribles; il empêche les légumes de pousser, rend le vin acide, fait pourrir les moissons et tomber les fruits des arbres. Il couvre de rouille les fers les plus durs, noircit l'ivoire, donne la rage aux chiens, et réduit l'asphalte et le goudron en fumée.

Il faut supposer que le digne Rhaban parle de tous ces hauts faits du sang menstruel par ouï-dire.

Quant à la mort (ainsi nommée parce qu'elle est amère (*amara*) ou parce qu'elle est la conséquence de la faute d'Ève (*Morsus pomi in paradiso*), ou parce que *Mars* est un dieu fécond en morts), elle est due à la corruption du corps. Il est probable, ajoute Rhaban, qu'au moment de la mort un serpent s'échappe de la colonne vertébrale, et cela est juste; car le serpent est la cause du premier péché et de la mort spirituelle de l'homme. Il est donc naturel de voir le serpent naître de la mort, comme la mort est née du serpent.

Nous ne pousserons pas plus loin cette analyse, car, en reproduisant tous les gros ouvrages de Rhaban, nous ne saurions y trouver une seule idée utile. Comme nous voilà loin

(1) *Compendium der Naturwissenschaften an der Schule zu Fulda im IX. Jahrhundert.* Berlin, T. Grieben, 1880.

d'Hippocrate et de Galien ! Quelle différence entre ces légendes enfantines et les admirables observations d'Aristote ! Il y a au Vatican d'informes dessins représentant l'art chrétien du ve et du vi^e^ siècle. Ce sont de grossiers symboles dont on a peine à deviner le sens. Ce qu'a été l'art chrétien après l'art grec, la science chrétienne l'a été aussi après la science grecque. Toutes les encyclopédies, les compilations, les élucubrations du moyen âge ne valent pas, à elles toutes, ces deux petits livres : le *De officiis* de Cicéron et le *De usu partium* de Galien.

BULLETIN DES SOCIÉTÉS SAVANTES

Académie des sciences de Paris

SÉANCE DU 21 JUIN 1880.

M. *Faye* propose de supprimer le second terme de la formule qui sert à réduire au niveau de la mer les oscillations du pendule. On verra alors disparaître les anomalies signalées depuis si longtemps pour les observations en mer, lesquelles donnent presque toutes des attractions trop fortes, et l'on aura effacé de la science cette contradiction presque enfantine qui consiste à affirmer que les montagnes volcaniques sont pleines de grandes cavités quand on se trouve en face d'un pendule trop long, et qu'elles sont pleines de matériaux très denses quand on y observe un pendule trop court.

— M. *J. Janssen* vient d'être conduit par ses études sur l'analyse de la lumière du soleil et de ses images photographiques à constater que les images photographiques peuvent s'inverser et passer du négatif au positif par l'action prolongée de la lumière qui leur a donné naissance.

C'est l'inversion des images du soleil qui se produit avec le plus de facilité, à cause de l'énorme puissance de rayonnement de cet astre. Mais cette inversion n'est pas la seule possible ou même la seule facile à obtenir.

— M. *Berthelot* a trouvé pour la chaleur de formation des oxydes du soufre ($S+O^2=SO^2$) $34^c,55$ et M. Thomsen $35^c,54$. Il explique cet écart par la formation simultanée de plusieurs degrés d'oxydation du soufre, et parfois même par la présence de la vapeur d'eau dans les gaz.

En effet, la transformation du gaz sulfureux en acide sulfurique dégage en surplus :

$SO^2+O=SO^3$ gaz (expériences inédites) . . .	$+11,3$
$SO^2+O=SO^3$ solide	$+17,2$
$SO^2+O+HO=SO^4H$ liquide	$+27,5$
$SO^2+O+HO+$ Eau $=SO^4H$ étendu. . . .	$+36,0$

Elle accroît donc la chaleur de combustion du soufre, supposé changé simplement en acide sulfureux, d'une quantité égale au tiers, à la moitié, et même elle la porte au double, suivant la nature des produits. De là résulte, dans les mesures de chaleur de combustion, un excès proportionnel au poids de l'acide sulfureux suroxydé. Cette formation simultanée de l'acide sulfurique dans la combustion du soufre est bien connue. Il est donc nécessaire de peser l'acide sulfurique formé pendant la combustion du soufre, non seulement en dosant l'acide condensé dans la chambre à combustion, comme M. Thomsen l'a essayé, mais aussi l'acide sulfurique gazeux, qu'il ne semble pas avoir soupçonné : dans quelques mesures, le poids de ce dernier était six fois aussi grand que celui de l'acide solide. Ces proportions relatives varient d'ailleurs d'une expérience à l'autre.

Ce dosage n'est pas sans difficulté. D'une part, l'acide gazeux forme, en traversant les absorbants aqueux, d'épaisses fumées que rien ne condense immédiatement. La perte de poids résultant de ces fumées peut compenser, et au delà, le gain dû à la fixation de l'oxygène sur l'acide sulfureux. L'auteur est parvenu à surmonter ces difficultés et, toute correction faite, donne les résultats définitifs suivants :

$S+O^2=SO^2$ gaz dégage :

1re série (SO^3 dosé d'après le titre restant de l'iode).	$+34,70$	
2e série (gaz recueilli dans la potasse).	$+34,69$	$+34,63$
3e série	$+34,50$	

— M. *Huggins* a déterminé le spectre lumineux de l'eau et le caractérise par un groupe de raies brillantes, fortes dans la partie ultra-violette du spectre. Il est arrivé à ces résultats en étudiant le spectre photographique de la flamme de l'hydrogène brûlant dans l'air.

La flamme du chalumeau à oxygène et hydrogène donne un spectre identique à celui de l'hydrogène brûlant dans l'air. Les principales raies de l'eau sont au nombre de 24.

— M. *J. Reiset* met en doute l'exactitude des procédés employés à l'observatoire de Montsouris pour effectuer le dosage de l'acide carbonique dans l'air. Il admet, d'après ses propres expériences, que la proportion de l'acide carbonique doit augmenter à mesure qu'on s'élève dans l'atmosphère.

— M. *J. Lawrence Smith* signale que, dans la chute de météorites observée dans l'Iowa, en mai 1879, il s'est trouvé un nouveau minéral dont il a déterminé la composition et qu'il a nommé *peckhamite* en l'honneur du professeur Peckham.

— M. *Schefer* adresse des documents relatifs à l'emploi du bitume de Judée contre les maladies de la vigne. Ce fait, auquel les auteurs arabes ont attaché une grande importance, a déjà été signalé à l'Académie et étudié par M. Louis Lortet dans un mémoire sur les gîtes bitumineux de la Judée.

Un auteur persan qui jouit en Orient d'une grande célébrité, Nassiri Khosrau, a fait pendant la première moitié du xie siècle un voyage en Syrie, en Égypte et en Arabie dont il a laissé une relation.

Il rapporte que, pendant son séjour à Tibériade, il a entendu raconter qu'il se détachait du fond de la mer de Loth (la mer Morte) une substance dont les morceaux étaient aussi gros qu'un bœuf, qu'elle était de couleur noire et qu'elle avait l'apparence de la pierre sans en avoir la dureté. « On la recueille, dit-il, on la casse en morceaux et on l'exporte en tous pays. Lorsqu'on en met au pied d'un arbre, elle le préserve des attaques des vers et ses racines sont à l'abri des ravages de tous les insectes qui vivent sous terre. Les droguistes, ajoute Nassiri Khosrau, achètent cette substance et la mettent dans leurs marchandises pour en écarter un insecte qui porte le nom de *naqrah.* »

Un auteur plus moderne, le cheikh Abdoul Ghany, originaire de la ville de Naplouse, visita la Palestine en l'année 1101 de l'hégire (1689). Il se rendit sur les bords de la mer Morte et il consigne ses observations dans le récit de son voyage.

« La mer Morte, dit-il, produit la substance appelée *hammar* (bitume). C'est le seul endroit de la terre où on le trouve. Il y en a de deux espèces : l'une est recueillie sur le rivage. Celui que l'on extrait de la terre est meilleur que celui que l'on trouve sur le sol et il entre dans la composition de la thériaque. Ces deux espèces sont chaudes et sèches au troisième degré. On les adoucit en y mêlant de l'huile. Les habitants du pays s'en servent ainsi pour en frotter leurs vignes et les préserver des ravages des insectes. »

Cette notice est suivie de l'énumération des maladies pour le traitement desquelles les médecins arabes du moyen âge prescrivaient le bitume.

— M. *Faye,* rapporteur de la commission, qui avait à examiner le mémoire de M. Peirce, mémoire dont un extrait a été donné dans la séance précédente, rappelle que l'une des conquêtes les plus intéressantes de la science est assurément celle qui nous a appris qu'en faisant osciller un poids quelconque au bout d'un fil de longueur connue, près du pôle et à l'équateur, on pouvait en conclure la figure du globe terrestre. Pour que le pendule batte la seconde aussi bien à l'équateur qu'au pôle, il faut, à l'équateur, le raccourcir de 5 millimètres. C'est de ces 5 millimètres qu'on déduit l'aplatissement par la formule de Clairaut. Si l'on obtient cette petite quantité à 1/10 de millimètre près, on en tire l'aplatissement à 1/50, c'est-à-dire avec une précision bien supérieure à celle que la célèbre commission du système métrique avait obtenue en combinant l'arc de France avec celui du Pérou. Si l'on mesurait ces 5 millimètres à 0 millimètre 01 près, on aurait la précision de 1/500. Mais on est loin d'avoir atteint ce degré de précision si simple en apparence et cela à cause des erreurs inhérentes à l'observation. M. Peirce, en tenant un compte judicieux de la résistance de l'air, est parvenu au nombre 993 millimètres, 934 pour la longueur du pendule à secondes à l'altitude de 74 mètres.

— M. *Elliot :* sur un problème de l'inversion.

— M. *Sébert* rappelle que l'on cherche depuis longtemps le moyen de déterminer la loi du mouvement d'un projectile dans l'âme d'une bouche à feu, afin d'en déduire la loi des pressions développées par la combustion de la charge.

Les procédés qu'on a tenté d'employer pour obtenir ce résultat ne donnent qu'avec de grandes difficultés un petit nombre de points de la courbe des espaces parcourus par le projectile en fonction des temps, et ils exigent le tronçonnage ou la perforation des parois de la pièce.

L'auteur a récemment réussi, par un procédé nouveau et sans toucher en rien à la pièce, à obtenir la loi du mouvement du projectile au moyen d'un mécanisme logé dans l'intérieur de ce dernier et qui enregistre automatiquement les valeurs des espaces parcourus pendant une longue série de durées successives, égales chacune à une fraction très petite de seconde, fraction qui a pu descendre jusqu'à 1/6000.

Ce mécanisme se compose simplement d'une tige métallique, à section carrée, placée dans l'axe du projectile et qui sert de guide à une masse mobile. Cette masse porte un petit diapason vibrant dont les branches se terminent par deux petites plumes métalliques qui laissent les traces de leur passage sur l'une des faces de la tige, recouverte, à cet effet, de noir de fumée.

Cette masse est amenée, avant le tir, contre la face antérieure du projectile, et les branches du diapason sont alors maintenues écartées par l'introduction d'un petit coin qui est fixé sur la tige.

Au moment du tir, la masse, par son inertie, tend à rester en place; le projectile se déplace brusquement en entraînant la tige; il arrache ainsi le coin et détermine la mise en vibration du diapason, dont les plumes tracent sur le noir de fumée deux courbes sinusoïdales symétriques.

En déplaçant à la main, avant le tir, la masse mobile le long de la tige, mais laissant alors le diapason au repos, on a préalablement tracé deux droites parallèles qui constituent les axes ou médianes de ces traces sinusoïdales.

Les intersections de l'une quelconque des deux courbes avec la ligne médiane correspondante font connaître les positions relatives du projectile et de la masse inerte au bout de chacun des intervalles de temps égaux que représentent les vibrations du diapason.

Dans la dernière séance de l'Académie (28 juin), le colonel Sébert annonce avoir été conduit à appliquer le même système à la mesure de la loi du mouvement d'un projectile dans un milieu résistant, comme un massif en terre ou même une muraille cuirassée.

Si l'on tire un projectile muni du mécanisme enregistreur qui a été décrit plus haut, mais en prenant la précaution de placer ce mécanisme à l'arrière et non à l'avant, la masse inerte reste appliquée contre le culot tant que le projectile éprouve une accélération dans son mouvement; mais, aussitôt que le mouvement devient retardé, la masse, en vertu de son inertie, prend, par rapport à la tige qui la guide, un mouvement propre dont le diapason, rendu libre à cet instant même, enregistre la loi.

Si l'on munit cette masse d'une goupille de sûreté suffisamment résistante pour que son déplacement ne soit pas provoqué, par la simple résistance de l'air, à une faible distance de la bouche à feu, on arrive à la faire mettre en marche au moment où le projectile éprouve une brusque résistance, en pénétrant, par exemple, dans une chambre à sable.

L'expérience a été faite, dans ces conditions, le 15 mai dernier, à la poudrerie de Sevran-Livry, au moyen de projectiles de $0^m,10$, du poids de 12 kilogrammes, munis de mécanismes enregistreurs dont le diapason donnait 6000 vibrations par seconde; ces projectiles arrivaient dans la chambre à sable avec une vitesse de 270 mètres.

La réussite de ces essais donne la certitude de pouvoir enregistrer la loi du mouvement d'un projectile au travers d'une muraille cuirassée et de pouvoir, par suite, déterminer le temps nécessaire pour traverser une semblable muraille et la résistance qu'elle oppose à chaque instant; ces données seront d'une grande importance pour les ingénieurs chargés de la construction des navires comme pour les artilleurs chargés de les attaquer par le canon.

— M. *G. Darboux :* sur des transcendantes qui jouent un rôle important dans la théorie des perturbations planétaires.

— M. *Ch. Trépied :* sur la méthode de Cauchy pour le développement de la fonction perturbatrice.

— M. *Appell :* sur les équations différentielles linéaires à une variable indépendante.

— M. *E. Picard :* sur certaines équations différentielles linéaires du second ordre.

— M. *G. Farkas :* sur les fonctions elliptiques.

— M. *A. Terquem* a notablement perfectionné le brûleur de Bunsen en augmentant l'entrée de l'air dans le tube et en empêchant la formation du cône creux à la base de la flamme. Cette flamme possède alors une température beaucoup plus uniforme que celle de Bunsen.

— M. *Neyreneuf*, afin d'étudier l'écoulement des gaz, s'est servi d'un flacon à trois tubulures qui porte deux tubes droits, de longueurs inégales, et un tube recourbé, servant à l'introduction de gaz d'éclairage. On enflamme les deux jets et l'on tourne le robinet de conduite de manière à diminuer graduellement la vitesse de sortie. Pour une certaine position du robinet, la flamme inférieure est très petite, tandis que l'autre garde une hauteur de plusieurs centimètres. Si l'on continue à tourner le robinet, la flamme inférieure s'éteint ou rentre dans le tube suivant la section de ce dernier, puis l'air rentre, en même temps que la flamme supérieure grandit en diminuant d'éclat.

— M. *A. Villiers* a entrepris des recherches sur l'éthérification de l'acide bromhydrique et est parvenu aux résultats suivants : 1° la limite de l'éthérification n'est pas égale à celle qui correspond aux acides organiques; 2° cette limite n'est pas fixe, mais elle s'élève avec la température; 3° l'éthérification cesse complètement dans les mélanges qui contiennent une certaine proportion d'eau; 4° la limite de dilution à partir de laquelle l'éthérification cesse n'est pas fixe, et elle s'élève avec la température.

— M. *de Forcrand* rappelle que MM. Berthelot et Duclaux ont obtenu des hydrates cristallisés de sulfure de carbone soit en faisant passer dans ce composé un rapide courant d'air, soit en l'abandonnant à l'évaporation spontanée. L'auteur a pu répéter les mêmes expériences avec l'iodure de méthyle, le chloroforme et le bromure d'éthyle.

— M. *A. de Schulten* décrit le procédé à l'aide duquel il a pu reproduire artificiellement l'analcime.

— M. *S. Meunier* a vérifié que le terrain miocène est très nettement représenté sur le coteau situé à l'est de Carnetin (Seine-et-Marne).

— M. *G. Lemoine* a été conduit à admettre que, lorsqu'une source est due à l'une des vastes nappes d'eau souterraines continues des terrains perméables, son débit ne dépend pas seulement de la quantité de pluie des derniers mois froids : c'est en quelque sorte une intégrale où entre, quoique à des degrés très divers, l'influence des pluies antérieures. Malgré un hiver très sec, ces sources profondes seront encore suffisamment alimentées si l'année précédente a été très humide, parce que la nappe souterraine, semblable à une éponge, a pris alors une provision d'eau qui met longtemps à s'épuiser. L'auteur fait ainsi ressortir l'influence qu'a encore l'humidité de l'hiver de 1878-1879 pour amortir l'effet de la sécheresse de l'hiver de 1879-1880.

— M. *Boutan* a examiné la nature des roches que traversera le canal de l'isthme de Panama suivant le tracé adopté en 1879 par le congrès tenu à Paris.

Son attention s'est portée particulièrement sur les caractères que présentent les roches à entailler, au point de vue de leur dureté et de leur sensibilité plus ou moins grande aux agents atmosphériques.

Les roches situées sur le parcours du canal consistent principalement en trachydolérites, en brèches doléritiques compactes, en conglomérats doléritiques et trachytiques, les uns durs, d'autres demi-durs, d'autres tendres, enfin en argiles, vases, coraux, alluvions et terres végétales.

BIBLIOGRAPHIE

Sommaire des principaux recueils de mémoires originaux.

Journal de physique (20 juin 1880). — *Lechat* : Des vibrations à la surface d'un liquide placé dans un vase de forme rectangulaire. — *Cailletet* : Expériences sur la compressibilité des mélanges gazeux. — *Marcel Deprez* : Sur le rendement économique des moteurs électriques et sur la mesure de la quantité d'énergie qui traverse un circuit électrique. — *Bibart* : Une expérience d'optique physiologique. — *Macé de Lépinay* : De la mesure des indices de réfraction des liquides.

— Annales de chimie et de physique (mai 1880). — *Jules Ogier* : Recherches thermiques sur les combinaisons de l'hydrogène avec le phosphore, l'arsenic et le silicium. — *A.-D. van Riemsdyk* : Le phénomène de l'éclair dans les essais d'or et l'influence exercée sur ce phénomène par les métaux du groupe du platine. — *Edme Bourgoin* : Électrolyse de l'acide malonique. — *H. Pellet* : Études sur le rôle du noir animal dans la fabrication du sucre. — *Cochin* : Sur la fermentation alcoolique. — *Govi* : Les miroirs magiques des Chinois. — *W.-E. Ayrton John Perry* : Sur les miroirs magiques du Japon. — *A. Bertin* et *J. Duboscq* : Production artificielle des miroirs magiques.

Publications nouvelles.

La Sociologie d'après l'ethnographie, par le docteur *Ch. Letourneau*. 1 vol. in-12 de la *Bibliothèque des sciences contemporaines*. Paris, Reinwald, 1880. — Ce volume contient un nombre considérable de faits intéressant l'histoire de l'homme. C'est une encyclopédie véritable où on pourra puiser des renseignements très utiles sur l'état social des sauvages, des barbares, etc. La partie théorique est contestable; mais qu'importe, si on trouve des faits.

— Étude monographique sur les cysticerques, par *R. Moniez*. — Travaux de l'Institut zoologique de Lille et de la station maritime de Wimereux, t. III, fasc. 1. Paris, Doin, 1880. Les travaux antérieurs de l'Institut dirigé par M. le professeur Giard, sont les suivants : *J. Barrois* : Recherches sur l'embryologie des Bryozoaires. — *Hallez* : Contribution à l'histoire naturelle des turbellariés.

— L'Écrevisse, par *Th. Huxley*. 1 vol. in-8° de la *Bibliothèque scientifique internationale*. Paris, Germer Baillière, 1880.

— La Morale évolutionniste, par *H. Spencer*. 1 vol. in-8° de la *Bibliothèque scientifique internationale*. Paris, Germer Baillière, 1880.

— Dictionnaire bio-bibliographique des sciences exactes, par *Poggendorf;* suite et complément par le docteur *Feddersen*. — Le docteur Feddersen, qui entreprend ce travail considérable, prie les personnes capables d'être renseignées sur la vie et les ouvrages des savants décédés, de lui adresser toute communication à Leipzig, Carolinenstrasse, 5.

— Le monde physique, par *Amédée Guillemin*. — Librairie Hachette et Cie. — Quatre livraisons seulement sont déjà parues, mais elles suffisent pour montrer ce que veut faire l'auteur. C'est une sorte de traité complet de physique, dans lequel les applications trouveront également leur place. De nombreuses figures servent à l'intelligence du texte et aussi au plaisir des yeux. Le format est celui de la géographie universelle d'Élisée Reclus et les conditions de publication sont les mêmes. Le premier volume traitera de la pesanteur, de la gravitation universelle et du son. Nous en rendrons compte aussitôt qu'il aura paru complètement.

— La démographie figurée de l'Algérie, par le docteur *R. Ricoux*, médecin à Philippeville. 1 vol. in-8°, chez Masson, 1880. — L'auteur a étudié avec une patience et un zèle qui ont duré plusieurs années les statistiques algériennes, imparfaites sans doute, mais suffisantes pour donner des indications utiles sur les progrès de notre colonie africaine. Quelques chiffres empruntés à ce livre intéressant montreront l'importance des résultats. La population européenne de l'Algérie a été de 600 en 1830, de 27 000 en 1840, de 125 000 en 1850, de 200 000 en 1860, de 272 000 en 1870, de 353 000 en 1876. L'accroissement a donc été rapide. Ces 350 000 habitants de 1876 comprennent environ 150 000 Français, 90 000 Espagnols, 25 000 Italiens, 15 000 Maltais, 20 000 étrangers d'origine diverse, et 30 000 Juifs naturalisés.

Un point sur lequel M. Ricoux insiste beaucoup, et avec raison, c'est que la natalité des Algériens est plus élevée que celle des Français. Ainsi le nombre des enfants par mariage est de 3,67 (ce nombre est de 3,08 en France).

— Voyage en Abyssinie, Soudan et le pays des Gallas, par *Matteucci*. 2 vol. chez Trèves, à Milan, 1880. — L'Abyssinie est explorée aujourd'hui par les Italiens, qui essayent de fonder une colonie dans la mer Rouge, à la baie d'Assab. La *Revue* reviendra prochainement sur ce sujet.

— Sahara und Soudan, par le docteur *G. Nachtigal*. 1 vol. in-8° de 750 pages, chez Wiegandt, à Berlin. — 1re partie : Tripoli, Fezzan, Tibesti et Bornu. — On sait que c'est en passant par ces contrées où des peuplades barbares opposent au voyageur des obstacles insurmontables, que Rholf a tenté de pénétrer jusqu'au lac Tchadd. Nachtigal est resté six ans dans ces contrées inhospitalières, et il en a rapporté un grand nombre de faits nouveaux et intéressants. Tout ce qui concerne l'état de l'Afrique centrale doit être bien connu des Français, car l'avenir de l'Algérie en dépend. Il y a dans les pays explorés par le vaillant voyageur allemand une population nombreuse, habitant un pays fertile. Aussi ne peut-on comprendre l'indifférence de tant de nos compatriotes pour ces grandes questions africaines qui intéressent la patrie, la science et l'humanité.

— Les Champignons figurés et desséchés, par MM. *E. Doassans* et *N. Patouillard*. — Cette publication périodique, dont le premier numéro vient de paraître (*Agaricus naucoria pediades* Fr.), comprendra une série de planches coloriées, accompagnées des espèces correspondantes en nature. — C'est une innovation heureuse dans l'étude de la botanique, que de présenter à la fois le dessin d'une plante, et cette plante elle-même desséchée. — Librairie Henry, 1880. Paris, in-8°.

CHRONIQUE

Académie des sciences. — M. Stas a été élu membre correspondant pour la section de chimie, en remplacement de feu M. Zinin, dans la séance du 14 juin dernier.

— Glaces dans l'Atlantique. — Le 11 mai dernier, le steamer *Luke Winnipeg*, dans la traversée de Liverpool à Montréal, a rencontré, par 48° lat. nord et 61° long. sud, des blocs de glace qui ont gêné sa marche et l'ont ensuite complètement arrêté pendant douze heures. Au bout de ce temps, la glace devenant moins compacte, le navire put reprendre sa marche. Il rencontra plusieurs navires arrêtés eux aussi par les glaces. Le 13 au matin, il dut encore ralentir sa marche pour éviter un iceberg; à partir du 46° latit. nord et 59° long. ouest, toute trace de glace avait disparu.

— Congrès international d'hygiène. — Nous avons annoncé par erreur que le Congrès international d'hygiène de Turin aura lieu au mois d'août; il tiendra ses séances du 6 au 12 septembre.

Un comité français, chargé d'assurer la participation de la France à ce Congrès, fonctionne depuis plusieurs mois déjà, sous la direction de M. Fauvel, président, et de M. Henri Liouville, secrétaire général. Le siège de ce comité est 3, quai Malaquais.

— Congrès des étudiants de Bruxelles. — Les étudiants en médecine de l'Université de Bruxelles, ont adressé la lettre suivante à la commission organisatrice du Congrès des étudiants :

« Nous venons d'apprendre quel sujet de discussion médicale vous avez adopté pour le Congrès des étudiants.

« Vous étiez libres de choisir le sujet et d'éveiller la discussion qu'il vous plairait, et vous n'avez fait qu'user d'un droit en soumettant aux discussions du Congrès la création d'une chaire homœopathique dans les universités belges.

« Nous sommes convaincus que cette décision ne répond pas au vœu de l'immense majorité des étudiants en médecine de Bruxelles.

« Nous croyons être suffisamment éclairés sur la valeur de l'homœopathie, autant par nos études que par le simple bon sens, et pouvoir affirmer que cette doctrine est au-dessous de la dignité des discussions scientifiques. A nos yeux, l'homœopathie constitue la négation de la science et de la raison. Nous ne consentirons pas plus à la discuter que nous n'admettrions l'examen sérieux d'une superstition évidente ou d'un charlatanisme quelconque. »

— M. Tessié du Motay. — Le nom de cet habile ingénieur qui vient de mourir subitement à New-York laissera une trace durable dans l'histoire de la chimie industrielle, à laquelle il a fait faire de grands progrès. Il est impossible de rappeler tous les travaux si variés qui ont illustré sa carrière. Parmi ceux qui resteront, on peut citer la photographie vitrifiée, les procédés de blanchiment de la cire, de l'ivoire, des matières textiles, notamment des soies du Tussah, la fabrication industrielle de la baryte, la préparation en grand et à bon marché de l'oxygène, l'éclairage oxydrique. Enfin, M. Tessié du Motay s'est rapproché davantage des travaux de l'ingénieur par ses perfectionnements aux méthodes de puddlage et ses recherches plus récentes sur la métallurgie du cuivre, du fer et de l'acier.

— La « Royal Institution » d'Angleterre. — Le rapport qui vient d'être lu lors de la séance annuelle de la « Royal Institution », établit qu'en 1879, la Société possédait 2 125 000 francs, produit des dons et des cotisations. 49 membres nouveaux ont été admis. 67 conférences et 20 lectures du vendredi ont eu lieu dans l'année. La bibliothèque de la Société s'est enrichie de 787 volumes nouveaux. Le bureau a été constitué avec le duc de Northumberland, comme président; MM. Georges Busk, trésorier, et Warren de La Rue, secrétaire.

— La population en Allemagne. — Le service de santé de l'empire d'Allemagne a publié la statistique de l'accroissement dans la population, pendant l'année 1879, dans les villes d'Allemagne comptant plus de 40 000 habitants.

L'accroissement pour 1000 a été, à Dortmund, 29; — Barmen, 22; — Essen, 21; — Dusseldorf, 19; — Kiel, 19; — Brême, 16; — Hanovre, Aix-la-Chapelle, 15; — Berlin, 14; — Altona, Lubeck, Magdebourg, 13; — Dresde, Stuttgart, Cologne, Francfort-sur-le-Mein, 12; — Mayence, Nuremberg, 10; — Breslau, Wiesbaden, 9; — Posen, Dantzig, 8; — Potsdam et Strasbourg, 6; — Metz, Munich, 4; — Augsbourg, 3.

— Les Chinois en Sibérie. — Le journal *la Sibérie* publie un article sur les Chinois qui habitent les districts de Baikar. Les Chinois ont fait leur première apparition dans le pays, il y a vingt ans, et aujourd'hui, il n'y a pas une ville, pas un village, qui n'en compte plusieurs parmi ses habitants.

Ils font le commerce de l'or qu'ils achètent aux ouvriers des mines, et se livrent à toutes sortes de commerces malhonnêtes. Le gouvernement a pris contre eux des mesures de rigueur, mais ils n'en tiennent aucun compte.

Les popes russes prétendent que les lamas chinois, déguisés en marchands, parcourent le pays des Buriates, et cherchent à convertir les habitants au bouddhisme.

Les Chinois ont, ajoute le journal, même établi une presse clandestine.

AVIS

Les abonnés dont l'époque de renouvellement échoit à la fin de juin et qui désirent à cette occasion changer les conditions de leur souscription et profiter des avantages que leur présente, soit l'abonnement d'un an, s'ils ne sont abonnés qu'au semestre, soit la souscription aux deux Revues *Scientifique* et *Politique et Littéraire*, sont priés d'en avertir immédiatement MM. Germer Baillière et Cie.

Tous les bureaux de poste de France et de l'étranger étant autorisés à recevoir les abonnements, l'administration des Revues prend à sa charge la remise perçue par l'administration des postes. Nos abonnés des départements n'ont donc qu'à verser, au bureau de poste de leur résidence, le montant de leur abonnement, tel qu'il est annoncé sur la couverture.

Les abonnés qui, d'ici au 10 juillet, n'auront fait parvenir aucun avis au bureau de la *Revue*, seront considérés comme désirant continuer leur abonnement dans les mêmes conditions. En conséquence, ils recevront par l'entremise des porteurs, soit à Paris, soit dans les départements, une quittance analogue à celle qui leur a été déjà remise lors de leur première souscription.

Le propriétaire-gérant : Germer Baillière.

PARIS. — Impr. J. CLAYE. — A. Quantin et Cie, rue St-Benoît. [1073]

LA

REVUE SCIENTIFIQUE

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

REVUE DES COURS SCIENTIFIQUES (2e SÉRIE)

DIRECTEURS : MM. ANTOINE BREGUET ET CHARLES RICHET

2e SÉRIE — 10e ANNÉE | NUMÉRO 2 | 10 JUILLET 1880

Paris, le 9 juillet 1880.

C'est avec une grande satisfaction que nous remarquons le crédit extraordinaire de 50 000 francs voté récemment par la Chambre, afin de permettre à M. Pasteur de donner toute l'extension qu'elles comportent à ses recherches sur les *maladies contagieuses des animaux.*

Le tableau suivant fait connaître approximativement quel serait l'emploi du crédit :

Subside nouveau pour les expériences.	2 500 fr.
Gardiens et surveillants des animaux en expériences. . .	4 000
Frais de voyage et de missions en vue d'études préliminaires, sur place, des épizooties tant en France qu'à l'étranger. Dessins, photographies pour représentation des pièces pathologiques et gravure des planches. Achat de livres et traductions de travaux étrangers sur les maladies contagieuses.	20 000
Les frais d'expériences du laboratoire de M. Pasteur, dans ces dernières années, y compris l'achat et la nourriture des animaux, se sont élevés en moyenne à 12 000 fr.; avec les moyens nouveaux mis à sa disposition pour agrandir le champ des observations, faire ses recherches dans des conditions convenables et sur de grands animaux, il serait indispensable d'ajouter une somme de.	23 500
Total.	50 000 fr.

Les travaux poursuivis depuis quatre ans par M. Pasteur, dans son laboratoire de l'École normale, ont déjà dévoilé les causes des affections charbonneuses, et cette connaissance a fourni les moyens de les prévenir dans un grand nombre de cas. Les travaux de ce savant se tournent aujourd'hui vers l'étude des maladies virulentes en général. Les récentes communications faites à l'Académie de médecine et à l'Académie des sciences donnent lieu d'espérer que cette étude n'est pas au-dessus des forces de l'expérimentation; mais des recherches de cette nature entraînent de grands frais en matériel et en animaux de toutes espèces, et M. Pasteur n'a pu disposer, jusqu'à ce jour, que d'une minime dotation accordée à son laboratoire par le ministère de l'instruction publique. Cette dotation devient surtout d'une insuffisance notoire, du moment que M. Pasteur est conduit à poursuivre ses expériences sur de grands animaux.

Le comité des épizooties a pensé que l'État devait donner son concours à l'illustre savant, et il a fait remarquer que la somme de 50 000 fr., tout élevée qu'elle puisse paraître, était bien peu de chose, en comparaison des pertes que les épizooties causent à l'agriculture chaque année.

Deux importantes communications de M. Chauveau à l'Académie des sciences démontrent bien toute l'importance de cette physiologie nouvelle, inaugurée et découverte pour ainsi dire par M. Pasteur. M. Chauveau a prouvé que les moutons algériens sont réfractaires au virus charbonneux. Ainsi quatre moutons algériens ont reçu dans la veine jugulaire du sang contenant huit milliards de bactéridies, et n'ont pas contracté le sang de rate, alors que l'inoculation aurait fatalement tué des moutons européens. Cependant cette immunité des moutons algériens n'est pas absolue. En effet, si l'on injecte une quantité relativement considérable de sang charbonneux, l'animal mourra du sang de rate. Aussi M. Chauveau a pensé que la bactéridie charbonneuse se comporte dans l'organisme des moutons algériens, comme si cet organisme était un milieu rendu impropre à la vie par la présence d'une petite quantité de substance nuisible. En très petit nombre, les bactéridies sont arrêtées dans leur développement; mais, lorsqu'elles sont très nombreuses, elles peuvent surmonter cet obstacle à leur prolifération.

Certes, la théorie des fermentations subira encore de grands changements; mais la voie indiquée par M. Pasteur sera marquée par d'importantes et d'utiles découvertes.

CHIMIE

Sur quelques relations générales entre la masse chimique des éléments et la chaleur de formation de leurs combinaisons.

Quelles relations existent entre les *masses chimiques élémentaires*, désignées sous le nom de *poids équivalents* ou *poids atomiques*, et les quantités de chaleur dégagées, c'est-à-dire les travaux moléculaires accomplis dans la combinaison chimique? C'est là un des sujets les plus dignes d'exciter la curiosité. En effet, si nous pouvions établir quelque relation générale de cette nature, de l'ordre de celle qui caractérise les attractions à distance entre les astres, la mécanique chimique ferait un pas tout à fait décisif, et il deviendrait possible de la réduire en science mathématique, ainsi qu'on a réussi à le faire pour l'astronomie. Un tel état de choses est encore loin de nous, et la loi qui exprimerait les travaux accomplis par le rapprochement de deux molécules chimiques hétérogènes, en fonction de leur masse, de leur température et de leur distance, n'est ni connue, ni même soupçonnée. Peut-être sa découverte implique-t-elle celle de cette autre fonction, plus générale, qui comprendrait tous les corps simples dans une équation commune, réduisant leurs états divers aux formes multiples et prévues d'une matière unique en principe, mais différenciée par le mode de groupement de ses parties et par la nature des mouvements dont elles sont animées (1).

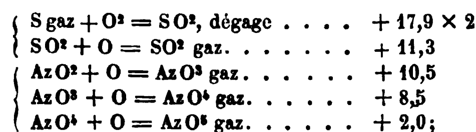
L'étude approfondie des propriétés physiques et chimiques des masses élémentaires, qui constituent nos corps simples actuels, tend chaque jour davantage à les assimiler, non à des atomes indivisibles, homogènes, et susceptibles d'éprouver seulement des mouvements d'ensemble, — il est difficile d'imaginer un mot et une notion plus contraires à l'observation, — mais à des édifices fort complexes, doués d'une architecture spécifique et animés de mouvements intestins très variés.

L'observation seule pourra nous révéler la structure de semblables systèmes. A ce point de vue, je demande la permission de résumer ici quelques rapprochements que j'ai eu l'occasion de faire, tant dans mes mémoires que dans mes cours du Collège de France : je les présente d'ailleurs, non comme des lois proprement dites, mais à titre de généralités, propres à manifester certaines influences qui concourent à déterminer la grandeur de la chaleur dégagée, c'est-à-dire la grandeur des travaux accomplis dans l'acte de la combinaison chimique.

Ces généralités concernent les composés formés en proportions multiples, les composés de même fonction, enfin la masse relative des éléments qui entrent en combinaison.

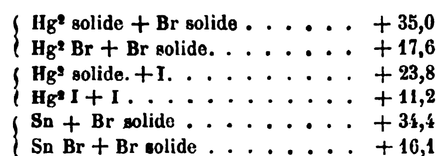
I. — *Proportions multiples.* — Il y a cinquante ans, on recherchait si un même poids d'oxygène ne dégage pas la même quantité de chaleur en se combinant à divers corps combustibles : d'où résulterait, comme cas particulier, la proportionnalité entre la chaleur dégagée et le nombre d'équivalents d'oxygène fixés sur une même substance. Mais la première hypothèse ne tarda pas à être démentie par l'expérience : la chaleur dégagée par un même poids d'oxygène uni aux différents éléments varie de $+ 55^{cal}$ à $- 11^{cal}$, dans la série des métalloïdes; de $+ 66^{cal}$ à $+ 3^{cal}5$, dans la série des métaux; en affectant une multitude de valeurs intermédiaires.

Si nous examinons maintenant les combinaisons formées en proportions multiples, nous trouvons que la chaleur dégagée par les combinaisons successives de deux éléments (ou de deux corps déjà composés eux-mêmes) va d'ordinaire en diminuant, à mesure que l'un des éléments s'accumule. Il en est ainsi, même quand tous les corps composants et composés affectent le même état, tel que l'état gazeux :



S gaz $+ O^2 = SO^2$, dégage	$+ 17,9 \times 2$
$SO^2 + O = SO^3$ gaz	$+ 11,3$
$AzO^2 + O = AzO^3$ gaz	$+ 10,5$
$AzO^3 + O = AzO^4$ gaz	$+ 8,5$
$AzO^4 + O = AzO^5$ gaz	$+ 2,0$;

ou l'état solide :



Hg^2 solide $+ Br$ solide	$+ 35,0$
$Hg^2Br + Br$ solide	$+ 17,6$
Hg^2 solide $+ I$	$+ 23,8$
$Hg^2I + I$	$+ 11,2$
$Sn + Br$ solide	$+ 34,4$
$SnBr + Br$ solide	$+ 16,1$

Il est inutile de multiplier ces exemples : ils montrent que le principal travail a été accompli, d'ordinaire, dans le premier acte qui a rapproché les molécules hétérogènes (1).

Il en résulte que les systèmes formés sont d'autant moins stables en général, qu'ils sont plus complexes : ils tendent à régénérer d'abord les composés les plus simples.

A la limite, les derniers composés sont souvent formés avec des dégagements de chaleur extrêmement petits, en tant que ceux-ci résultent d'une cause purement chimique.

Mais, lorsque les composants n'ont pas le même état physique, on doit obtenir, en plus, la chaleur due au changement d'état physique (liquéfaction d'un gaz, solidification d'un liquide, changement de volume des gaz composants), laquelle est proportionnelle au nombre d'équivalents fixés; elle est aussi la même pour un même composant, quel que soit le corps antagoniste. J'ai vérifié cette double conséquence de la théorie dans divers cas, tel que celui des amalgames définis (2) : la chaleur de formation des amalgames cristallisés les plus riches en mercure, estimée à partir des

(1) *Essai d mécanique chimique*, t. I, p. 455.

(1) On ne parle pas ici des combinaisons endothermiques, telles que le protoxyde et le bioxyde d'azote, le cyanogène, l'acétylène, etc., véritables radicaux formés en vertu de mécanismes exceptionnels, et que j'ai étudiés ailleurs.

(2) *Annales de chimie et de physique*, 5e série, t. XVIII, p. 455.

plus pauvres, est sensiblement égale à la chaleur de fusion du mercure; en outre, elle est identique, ou peu s'en faut, pour le potassium et pour le sodium.

De même le triiodure de potassium, KI^3, est formé, depuis l'iode gazeux, I^2, et l'iodure ordinaire solide, KI, avec un dégagement de chaleur égal à la chaleur de vaporisation de l'iode (10,8).

Avec le tribromure, KBr^3, et avec les polysulfures alcalins (Sabatier), les mêmes relations se vérifient approximativement.

De même, la chaleur de formation des hydrates salins les plus complexes, comptée depuis les hydrates les plus simples, est faible et très voisine de la chaleur de solidification de l'eau, c'est-à-dire qu'elle est proportionnelle au poids de ce composant et à peu près la même pour les divers sels, quels qu'en soient d'ailleurs les éléments.

On voit à quelles conditions la chaleur dégagée devient proportionnelle à l'un des éléments et indépendante du corps antagoniste.

II. — *Fonctions chimiques.* — J'ai établi par de nombreuses expériences que les composés organiques de même fonction dégagent à peu près la même quantité de chaleur, lorsqu'ils éprouvent une même transformation. Ainsi, la fixation de H^2 sur les carbures éthyléniques dégage $+22^{cal}$; la fixation de O^2 sur un aldéhyde, avec formation d'acide, $+73$; la fixation de H^2O^2 sur un carbure avec formation d'alcool, $+17$; l'union d'un hydracide gazeux avec un carbure éthylénique, $+15$; la fixation des éléments de l'eau sur un éther composé, $+2,0$ environ; sur un amide, $+1,0$; sur un chlorure acide, de $+2$ à $+5$; la formation d'un éther nitrique, 5 à 6; celle d'un dérivé nitré, $+36$, etc. Les corps isomères de même fonction ne dégagent que des quantités de chaleur très petites par leur transformation réciproque; mais il y a, au contraire, un grand dégagement de chaleur quand la fonction chimique change.

Les mêmes relations se retrouvent parfois, en chimie minérale, dans la formation des surcomposés. Ainsi les bases alcalines, en formant des sels dissous avec les acides énergiques, dégagent en général de $+13^{cal}$ à $+16^{cal}$; les protoxydes des métaux oxydables proprement dits, fer, nickel, cobalt, cadmium, zinc, de $+10$ à $+13$.

Les divers états du soufre solide se changent les uns dans les autres avec des dégagements de chaleur faibles ou nuls, etc.

L'étroite analogie qui existe entre les équivalents, comme entre la plupart des propriétés du nickel et du cobalt, se retrouve dans la presque identité des chaleurs de formation de leurs composés binaires. Le fer demeure aussi voisin du nickel et du cobalt, sous le double rapport de l'équivalent et de la chaleur de combinaison. Parmi les métaux à équivalents inégaux, le calcium (Ca = 20) et le strontium (Sr = 43,8) donnent lieu à de pareils rapprochements thermiques. Il en est de même du thallium (Tl = 204) comparé au plomb (Pb = 103,5); du platine (Pt = 99) comparé au palladium (Pd = 53). De même, le chlore et le brome gazeux, unis soit à l'iode, soit à l'oxygène, à équivalents égaux, de même enfin, les chlorures, les bromures, les iodures phosphoreux et arsénieux, comparés deux à deux.

Ce genre de rapprochements est trop marqué dans plusieurs des cas précédents pour être accidentel. Cependant, chose étrange, il fait place, avec le plus grand nombre des éléments, à une relation bien différente et que nous allons exposer.

III. — *Influence de la masse chimique des éléments.* — 1. Les éléments, appartenant à une même famille, lorsqu'ils s'unissent avec un corps simple donné pour former des composés comparables, dégagent, dans la plupart des cas, des quantités de chaleur d'autant moindres que la masse chimique des éléments est plus considérable : la stabilité du composé décroît dans le même rapport. Enfin la décroissance s'étend parfois jusqu'au changement de volume, produit par la combinaison des éléments solides formant un composé également solide : circonstance qui permet d'entrevoir la signification mécanique des relations précédentes.

2. Citons quelques chiffres. Soient les éléments halogènes (famille des chloroïdes) combinés avec l'hydrogène; ce cas est le plus simple de tous, puisqu'il s'agit de corps gazeux unis à volumes égaux et sans condensation :

	Calories
H + Cl dégage	+ 22,0
H + Br (gaz).	+ 13,5
H + I (gaz).	— 0,8

Ces chiffres répondent bien à la stabilité relative des hydracides; mais les masses chimiques des éléments, soit 35,5, 80, 127, varient en sens inverse. Une valeur thermique négative répond même au chiffre le plus élevé. Le fluor, dont l'équivalent (19) est le moindre de tous, fournit l'hydracide le plus stable, formé probablement avec un dégagement de chaleur supérieur à l'acide chlorhydrique lui-même.

De même les composés hydrogénés de la famille des sulfuroïdes, pris sous la forme gazeuse :

	Calories		
$H^2 + O^2$, dégage.. . . .	+ 59,0		
$H^2 + S^2$ (gaz).	+ 7,21		
$H^2 + Se^2$ (solide). . . .	— 5,4;	Se^2 (gaz). . . .	— 2 (?)

La stabilité est en raison de la grandeur de ces quantités de chaleur, tandis que les masses chimiques, 16, 32, 79, varient en sens opposé. Le dernier terme est encore négatif.

De même les composés hydrogénés de la famille des azotoïdes :

	Calories
Az + H^3, dégage	+ 12,2
P (solide) + H^3.	+ 11,6
As (solide) + H^3	— 36,7

Les équivalents sont ici : 14, 31, 75. Le dernier terme thermique est encore négatif.

3. On pourrait observer que dans chacune des trois familles les valeurs thermiques décroissent à peu près suivant une progression arithmétique, dont la raison serait voisine de 10 à 12; mais ce genre de rapprochements numériques est fort incertain.

4. Les mêmes relations générales s'observent entre la chaleur de formation et l'équivalent, lorsque l'on combine les trois éléments halogènes, soit avec un même métalloïde, phosphore, arsenic, bore, silicium, soit avec un même métal; elles subsistent, malgré les perturbations apportées par la diversité d'état physique des composés. Dans tous les cas connus, la chaleur de formation d'un chlorure métallique surpasse celle du bromure correspondant, laquelle surpasse à son tour celle de l'iodure (1). La différence entre les chiffres observés varie d'un métal à l'autre en restant comprise entre des limites peu étendues, quoique plus rapprochées pour l'argent, le platine et le mercure que pour les autres métaux; mais elle ne change jamais de signe.

En outre, cette différence demeure plus forte lorsqu'on passe d'un bromure à l'iodure du même métal que lorsqu'on passe du chlorure au bromure, c'est-à-dire que l'ordre des chaleurs de formation est constamment inverse de celui des équivalents. Aussi le chlore déplace-t-il le brome, et le brome déplace-t-il l'iode, dans toute la série des composés métalliques.

5. De même la chaleur de formation des oxydes métalliques surpasse toujours celle des sulfures correspondants, et cela de quantités comprises entre 15^{cal} et 25^{cal} pour les métaux faciles à oxyder, mais qui se réduisent à 10, à 5 et même à 2^{cal} pour le cuivre, le mercure et l'argent.

6. La relation suivante entre les volumes moléculaires paraît corrélative des valeurs thermiques (2). Tandis que les éléments halogènes possèdent à peu près le même volume moléculaire dans l'état liquide, soit 27^{cc} à 31^{cc}, rapprochement qui subsiste probablement aussi dans l'état solide (3); au contraire, les volumes moléculaires des sels haloïdes, même isomorphes, sont très inégaux et ils offrent les rapports que voici : la contraction opérée sur le volume des éléments dans la combinaison est la plus grande pour les chlorures métalliques; elle est moindre pour les bromures, et elle est moindre encore, sinon nulle, pour les iodures. Par exemple, le volume moléculaire du bromure de potassium (44^{cc}) surpasse celui du chlorure (36^{cc},2) de 7^{cc},8 et le volume de l'iodure (53^{cc},5) surpasse celui du bromure de 9^{cc},5. La plus grande quantité de chaleur dégagée répond donc, dans cette circonstance, à la contraction la plus forte des éléments.

Il y a plus : dans le cas des composés du potassium au moins, le rapport des contractions est à peu près celui des différences entre les chaleurs de formation, et ce rapport ne s'écarte guère de celui des différences entre les équivalents :

	Différence de volume.	Différence de chaleur.	Différence d'équivalents.
	Cent. cub.	Calories.	Grammes.
KI — KCl.	17,3	26 »	91,5
KBr — KCl	7,3	11 »	44,5
Rapport.	2,4	2,4	2,05

(1) *Annales de chimie et de physique*, 5e série, t. XV, p. 217 et 218.

(2) Même Recueil, 5e série, t. IV, p. 483.

(3) Le volume solide n'est connu que pour l'iode (28^{cc}).

7. J'ai présenté d'abord ces généralités dans les cas les plus nets, afin de les mettre en évidence; mais il importe de dire dès à présent qu'elles cessent d'être applicables aux éléments halogènes, unis entre eux ou avec l'oxygène.

Ainsi, le chlore et le brome gazeux dégagent sensiblement la même quantité de chaleur, en s'unissant avec l'iode, à équivalents égaux : soit l'iode supposé gazeux, + 12,1 pour ICl, et + 11,9 pour IBr.

Les acides hypochloreux, hypobromeux et hypoiodeux dissous sont formés aussi depuis leurs éléments gazeux avec des dégagements de chaleur très voisins. La similitude de fonction des composés semble jouer ici un rôle prépondérant.

Cependant l'ordre thermique relatif se trouble et s'intervertit pour les oxacides plus oxygénés de ses éléments chloroïdes, aussi bien que pour ceux du groupe des sulfuroïdes et du groupe des azotoïdes.

L'ordre thermique relatif aux hydrures est également fort différent de celui des oxydes pour les divers groupes de métalloïdes.

8. Si l'on compare maintenant la chaleur dégagée par les divers métaux, unis avec un même élément négatif, on retrouve souvent quelque indice de la relation entre la grandeur de l'équivalent et la petitesse de la chaleur dégagée, relation signalée plus haut pour les éléments halogènes, comparés dans leur union avec un même métal. Ainsi l'aluminium ($Al^2 = 27,4$), en formant son oxyde, son chlorure, *etc.*, dégage presque deux fois plus de chaleur que le fer ($Fe^2 = 56$), formant un sesquioxyde, un sesquichlorure correspondants, etc. Le magnésium ($Mg = 12$) dégage bien plus de chaleur que le manganèse ($Mn = 27,5$), ou le zinc ($Zn = 32,5$), en formant un oxyde, un chlorure correspondants. Le platine, l'or, l'argent, dont les équivalents comptent parmi les plus élevés, sont aussi ceux dont l'union avec l'oxygène ou le chlore dégage le moins de chaleur.

9. Mais ces relations souffrent bien des exceptions.

Ainsi j'ai parlé plus haut des métaux analogues, qui dégagent des quantités de chaleur fort voisines dans leurs combinaisons parallèles; que leurs équivalents soient égaux (nickel-cobalt), c'est-à-dire rentrent dans la loi, ou bien qu'ils y fassent exception par leur inégalité (calcium-strontium, thallium-plomb, platine-palladium), nous pouvons invoquer ici la similitude de fonction pour expliquer ce rapprochement thermique.

Au contraire, le manganèse et le fer, dont les équivalents sont si voisins, ont des chaleurs d'oxydation (47,4-34,5) et de chloruration fort inégales. La chaleur de chloruration du potassium (105) surpasse également celle du sodium (97,3), laquelle l'emporte sur celle du lithium (93,5), contrairement à ce que la grandeur relative des équivalents (39-23-7) aurait permis d'induire.

De même, si l'on compare les chaleurs de formation des oxydes à celles des chlorures, bromures, iodures correspondants d'un même métal, l'ordre relatif des métaux s'intervertit à plusieurs reprises, lorsqu'on passe d'un métalloïde à l'autre. Je rappellerai que cette inversion, corrélative de celle

des affinités elles-mêmes, et les expériences qu'elle suggère, m'ont fourni une des plus fortes preuves en faveur de mes nouvelles théories thermiques (1).

10. J'ai cru devoir exposer tout cet ensemble de faits et de rapprochements numériques avec une sincérité complète; tels qu'ils sont, ils me paraissent mettre en évidence une influence réelle de la grandeur des masses chimiques élémentaires sur la grandeur de la chaleur dégagée par leur combinaison, influence que celles d'un autre genre, dues à la similitude de fonction chimique, et diverses circonstances mal connues viendraient parfois dissimuler.

11. En général, on peut concevoir l'influence de la masse des éléments pour diminuer la stabilité, et par conséquent la chaleur dégagée d'une manière assez simple, en remarquant que le système formé par deux molécules sera d'autant plus exposé à se détruire sous l'influence des mouvements d'ensemble du système (rotations, vibrations, etc.) que ces deux molécules seront plus pesantes.

On pourrait encore penser, s'il était permis d'exprimer ici une hypothèse hardie, on pourrait penser, dis-je, que la matière primordiale, dont les condensations multiples semblent constituer nos éléments actuels, perdra une dose d'énergie d'autant plus grande qu'elle formera un élément plus condensé. Par suite, la réserve d'énergie inhérente aux éléments, et qui se dépense par degrés dans la formation de leurs combinaisons, sera plus grande, toutes choses égales d'ailleurs, dans les éléments à équivalents légers que dans les *éléments lourds*.

Cette considération est analogue à celles que nous avons développées plus haut, en parlant des combinaisons multiples de deux éléments, c'est-à-dire qu'elle semble établir un nouveau rapprochement entre les éléments à masse chimique considérable et certains corps composés.

12. La synthèse des composés organiques diversement condensés, synthèse que nous n'avons pu réaliser jusqu'ici dans l'étude de nos éléments actuels, peut apporter quelque lumière sur l'origine de la relation précédente, ainsi que sur l'origine de la relation en apparence contraire, en vertu de laquelle certains éléments de même fonction, quoique de masse inégale, dégagent les mêmes quantités de chaleur dans leurs combinaisons parallèles.

En effet, j'ai montré, d'une part (2), que les corps isomères de même fonction forment avec les autres corps des combinaisons parallèles, en dégageant une même quantité de chaleur. Or on observe précisément la même relation pour le cobalt et le nickel, dans l'ensemble de leurs combinaisons.

Il en est de même des corps homologues et des corps polymères de même fonction, tels que l'éthylène, le propylène, l'amylène, polymères et homologues, comparables à certains égards au calcium et au strontium, ou bien au platine et au palladium, au plomb et au thallium. Or nous avons vu que ces métaux, pris deux à deux, dégagent à peu près les mêmes quantités de chaleur en s'unissant aux éléments négatifs

D'autre part, en chimie organique, lorsqu'un corps se transforme en un isomère de fonction différente, on observe souvent un dégagement de chaleur considérable : il est clair que si deux tels corps isomères, de fonctions différentes, engendrent des composés de même type, la chaleur dégagée pourra être et est, en effet, souvent fort inégale. *A fortiori*, en sera-t-il de même, si l'on compare des corps polymères ou homologues de fonction différente, mais susceptibles d'engendrer des composés de même type. Or c'est précisément ce qui arrive en chimie minérale lorsque des éléments aussi dissemblables que le soufre et le manganèse, ou bien le chlore et ce même manganèse, engendrent des sels de même type (chromates-sulfates, perchlorates-permanganates), etc.

13. Quoi qu'il en soit, la chaleur de combinaison, étudiée en dehors de toute surcharge accidentelle due aux changements d'état physique, est une fonction complexe de plusieurs variables, parmi lesquelles le poids des masses élémentaires, leur nombre relatif, enfin la fonction du composé résultant jouent un rôle essentiel : or ce sont là trois données d'un caractère général, qui peuvent être définies dès aujourd'hui et qui pourront plus tard être introduites dans les calculs, indépendamment de la nature individuelle des éléments.

BERTHELOT.

PSYCHOLOGIE

Calcul mental et conformation crânienne.

Le 23 mai dernier, la *Revue scientifique* signalait à l'attention de ses lecteurs l'arrivée, en France, d'un petit Italien possédant la singulière faculté de faire de tête des calculs très longs et très compliqués.

Ce petit prodige de calcul mental avait été présenté à l'une des dernières séances de la Société d'anthropologie. Voici, du reste, la description sommaire donnée par la *Revue* :

« C'est un petit garçon de dix à onze ans, à la mine éveillée, aux yeux intelligents, et dont la tête examinée et mesurée n'a présenté rien de bien spécial; elle est un peu volumineuse, le front est proéminent. Parmi les différents calculs qui lui ont été donnés à faire, se trouvait celui-ci :

« Multiplier 3 000 249 par 240 073. L'opération lui a pris deux minutes au bout desquelles il a donné le résultat exact. Pendant son calcul, on causait sans que cela parût le gêner. D'après ses explications, le procédé qu'il emploie est tout empirique. Il commence par les gros chiffres et à la base ainsi obtenue, il ajoute ce que lui donnent la retenue et la multiplication des chiffres inférieurs, il arrive ainsi par tâtonnement au chiffre exact. Chose singulière, ce petit garçon ne sait ni lire ni écrire, et ce n'est que depuis peu de temps qu'il connaît les chiffres.

« Il dit même que depuis qu'il sait les reconnaître, il calcule moins facilement qu'auparavant. »

---

(1) *Essai de mécanique chimique*, t. II, p. 480 à 503.

(2) *Bulletin de la Société chimique*, 2e série, t. XXVIII, p. 535; 1877.

La lecture de cet article nous a remis en mémoire un cas analogue qu'il nous a été donné d'observer en passant, il y a dix-huit mois, dans le port de Cette.

Le petit garçon présenté à la Société d'anthropologie ne serait-il pas celui que nous avons examiné? S'il en est ainsi, nous ne saurions nous expliquer comment aujourd'hui sa tête ne présente rien de spécial, alors qu'il y a dix-huit mois, elle nous a offert une conformation toute particulière et qui frappait à première vue les personnes les moins initiées aux procédés crâniométriques. Si le sujet est le même, il faut que l'accroissement du crâne, dans l'espace d'un an et demi, ait profondément modifié sa conformation extérieure.

Nous rencontrons, au mois de janvier 1879, dans un café de la ville de Cette, un jeune garçon d'environ neuf ans qui fait l'étonnement et l'admiration de la galerie par la rapidité et l'exactitude avec lesquelles il peut résoudre mentalement des opérations d'arithmétique longues et compliquées. Frappé de l'intelligente vivacité et de la puissance d'abstraction de cet enfant, nous le prions de nous suivre d'abord chez un chapelier pour prendre au conformateur les dimensions et la forme de sa circonférence crânienne, et nous le prenons à l'écart pendant quelques moments pour l'interroger et l'examiner à loisir au point de vue de ses qualités physiques et de ses aptitudes morales.

La figure suivante exprime, d'une manière réduite, les dimensions et la conformation de sa tête.

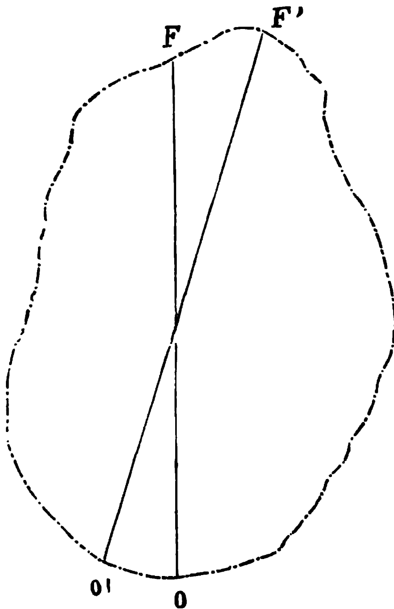


Fig. 15.

Le plus grand diamètre de l'ovoïde n'est pas tout à fait antéro-postérieur, du point occipital O au point métopique F de la partie médiane du front; l'axe maximum est plutôt oblique, et part de la bosse occipito-pariétale gauche pour aboutir à la bosse frontale droite O F.

L'indice céphalique correspondant à ces deux axes est de 72,4 dans le premier cas, et de 68,4 dans le second. C'est une tête très dolichocéphale selon la nomenclature de M. Broca.

Autres caractères anthropométriques : l'enfant est appuyé contre un mur, le regard est horizontal, la base du crâne se trouve ainsi dans son plan naturel. On a alors comme dimensions verticales :

	Centimètres.
Hauteur du vertex au-dessus du sol.	118,50
— du trou auditif.	112,50
— du menton	99,50

Dimension de la face :

	Centimètres.
Diamètre bi-orbitaire, près d'une apophyse orbitaire externe à l'autre	10,00
Diamètre bi-malaire	10,5
Hauteur de la racine des cheveux au menton. .	14,8
Du point intersourcilier au menton	9,6
Du point alvéolaire au menton	4,3

Considéré dans son ensemble, le corps est petit et grêle et la tête paraît volumineuse. L'aspect du crâne, observé selon la méthode de la *norma verticalis* de Blumenbach, donne de sa forme générale une idée bien plus nette que ne peut le faire la figure réduite du conformateur. Ainsi l'on est tout d'abord frappé de l'irrégularité de l'ovoïde crânien.

Les deux bosses frontales sont également proéminentes; vues de face, elles semblent au même niveau; mais, regardées de haut en bas, celle de droite dépasse le plan de celle du côté opposé, et toute la partie du crâne correspondant au bloc frontal droit offre un développement exagéré caractéristique. L'obliquité de l'axe maximum du crâne est frappante : si l'on tire une ligne fictive antéro-postérieure représentée dans la figure par O F, on s'aperçoit, en regardant verticalement le sinciput, que les régions antérieures droites sont très développées, tandis que, du côté opposé, il y a une sorte de compensation dans les dimensions plus considérables des parties postéro-occipitales.

Passons aux caractères descriptifs.

Un front large et développé en hauteur rend la face orthognate; le nez est régulier; les ailes des narines, mobiles et légèrement relevées; les lèvres, surtout la supérieure, sont fines et portent l'empreinte d'un esprit railleur et sceptique. Les yeux vifs, toujours en mouvement, sauf quand il calcule, sont enfoncés sous des arcades sourcilières proéminentes et éclairent cette physionomie d'une vive intelligence. Le visage porte à la fois un air de finesse et d'assurance rares à cet âge. Ses reparties sont mordantes et souvent ironiques. Stimulé par de nombreuses étrennes dont le produit lui constitue un petit pécule, il s'empresse de les donner à son frère, grand garçon de vingt-cinq ans, dont l'aspect est fort peu intelligent.

Ce petit garçon paraît en tout semblable aux autres enfants de son âge pour la légèreté et la puérilité de ses amusements. Il est très espiègle, mais lorsque son attention se fixe sur des nombres, il prend un air sérieux et réfléchi; on a beau parler à haute voix, jouer autour de lui et l'interpeller

pendant ses calculs, rien ne l'arrête. Il dit alors : « Taisez-vous, vous allez me faire tromper », et il continue sans perdre le fil des opérations commencées ; c'est une véritable machine à multiplication. Un problème n'est pas résolu qu'il en demande un autre. Ce travail ne paraît pas le fatiguer. Quand il a épuisé l'admiration et la générosité des personnes du café, il sort rapidement pour reprendre avec ardeur les jeux des enfants de son âge.

Le développement de son corps est loin de correspondre à celui de son intelligence et de sa tête. Les allures de ses membres sont gauches ; il marche sans grâce et très irrégulièrement, laisse aller ses membres en affectant une extrême négligence ; ses mouvements sont précipités et il est toujours en action. Il n'est ni gaucher ni ambidextre.

Jusqu'à présent personne n'a pris soin de son éducation pas plus que « de compter ses années ».

Il ne donne pas de renseignements sur ses parents ; son frère se contente de dire qu'ils sont Italiens. On a voulu l'envoyer à l'école, où le maître essayait de le retenir, mais il n'a jamais voulu y rester. Il ne sait ni lire ni écrire, il ne connaît pas même l'alphabet ; il a appris à connaître les chiffres sur les tables des cafés où on lui a montré au crayon comment ils s'écrivent ; il les écrit à peine comme un enfant qui n'a jamais tenu de plume.

Le premier problème que nous lui avons posé est celui-ci : Un homme a 29 ans 2 mois 7 jours, combien a-t-il vécu de jours, d'heures, de minutes et de secondes ?

Il lève la tête, immobilise son regard dans le vague, et répond avant que nous ayons achevé par écrit le calcul « : Il a vécu 12 652 jours, 255 648 heures, 15 333 800 minutes, 920 332 800 secondes. »

Il aurait pu résoudre plusieurs problèmes analogues bien avant que nous ayons pu avoir la preuve écrite de l'exactitude de son calcul. Nous n'avons pas compté, il est vrai, les années bissextiles ; cet oubli rappelle une anecdote assez curieuse, à peu près du même genre, rapportée par le docteur Gall. On amena à d'Alembert un petit pâtre qui avait aussi une étonnante facilité de calcul. « Mon enfant, lui dit d'Alembert, voilà mon âge, combien ai-je vécu de minutes ? » L'enfant se retira dans un coin de la chambre, cacha son visage dans ses mains et vint un moment après répondre à d'Alembert, qui n'avait pas encore achevé le calcul qu'il avait entrepris la plume à la main, il l'achève : les deux résultats n'étaient pas d'accord. L'enfant retourne dans son coin, refait son calcul, et revient en assurant qu'il ne s'était pas trompé ; d'Alembert vérifiait le sien. « Mais, monsieur, dit tout à coup l'enfant, avez-vous songé aux années bissextiles ? » D'Alembert les avait oubliées et le petit pâtre avait raison.

La deuxième question a été celle-ci : Combien fait 3541 multiplié par 741 ? Au bout d'une minute à peine, il répond : 2 623 881. Si l'on exprime les nombres par mille et par cent, il crie avec impatience : « Mettez-les en cent ! » c'est-à-dire que, pour poser 3541, il veut qu'on dise 35 cents 41. Cette façon d'exprimer les mille lui facilite le calcul. Voici, en effet, la méthode dont il se sert ; s'il ne l'a pas inventée de toutes pièces, il ne peut nous dire de qui il la tient. Il commence par multiplier les gros nombres, de sorte que la multiplication 3541 × 741 se décompose en la série des opérations suivantes :

$$\left.\begin{array}{r} 3000 \times 700 = 2\,100\,000 \\ 500 \times 700 = 350\,000 \\ 40 \times 700 = 28\,000 \\ 1 \times 700 = 700 \end{array}\right\} = 2\,478\,700$$

Il reprend le même nombre de mille, de centaines, dizaines et unités du multiplicande pour multiplier par chacun des ordres de nombres du multiplicateur qui viennent après le plus gros chiffre 700, c'est-à-dire par 40, puis par 1.

Ainsi,

$$\left.\begin{array}{r} 3000 \times 40 = 120\,000 \\ 500 \times 40 = 20\,000 \\ 40 \times 40 = 1\,600 \\ 1 \times 40 = 40 \end{array}\right\} = 141\,640$$

Enfin,

$$\left.\begin{array}{r} 3000 \times 1 = 3\,000 \\ 500 \times 1 = 500 \\ 40 \times 1 = 40 \\ 1 \times 1 = 1 \end{array}\right\} = 3\,541$$

Il ajoute tous les résultats partiels.

De cette façon, il ne multiplie jamais qu'un nombre simple par un autre nombre simple ; au résultat il ajoute le nombre suffisant de zéros, puis il additionne tous les résultats.

Bien que la clef de ces calculs ne paraisse pas compliquée au premier abord, il faut encore une longue habitude suivie, des dispositions spéciales pour s'en servir d'une manière sûre et avec autant de rapidité. Elle nécessite d'abord chez l'enfant une connaissance parfaite de la numération parlée et écrite, celle des divers ordres de quantités ; l'addition des résultats obtenus demande aussi une mémoire très fidèle ; ces opérations, dans leur ensemble, mettent en jeu les facultés supérieures de l'intelligence, le jugement, la comparaison et une attention soutenue ; elles exigent, en un mot, une force d'abstraction puissante. Les mathématiques sont les sciences qui exigent le plus de forces intellectuelles ; elles ne demandent rien aux impressions du dehors, mais produisent tout par l'énergie même du fonctionnement cérébral, de l'attention et de la faculté de tirer des conséquences.

L'arithmétique vulgaire n'est qu'une faible partie de la science mathématique. Des savants qui ont enrichi cette branche du savoir des plus sublimes découvertes sont quelquefois incapables de résoudre les plus simples opérations d'un calcul numérique un peu long, et l'habitude des opérations de mathématique transcendante fait souvent oublier celles de l'addition. Aussi les mathématiciens se sont-ils aidés aujourd'hui de ces merveilleuses machines à calcul « sans lesquelles, comme l'a si bien dit Babbage, la science la plus exacte et la plus certaine de toute l'astronomie devient inexacte et incertaine dans quelques-uns de ses résultats ».

« Quand Faraday avait terminé la partie expérimentale d'un problème de physique et qu'il ne restait plus qu'à le traiter par les mathématiques : « Qu'on le donne aux calculateurs »,

disait-il avec une certaine nuance de dédain, et s'il avait vécu de nos jours il aurait pu dire : « Qu'on le donne à la machine (1)! »

Malgré les différences entre la puissance intellectuelle qui est nécessaire à la solution des opérations de l'arithmétique vulgaire et celle que nécessite la solution des problèmes les plus élevés du calcul intégral, on n'en est pas moins autorisé à admettre que les dispositions psychiques qui permettent à un enfant de neuf ans, dépourvu de toute instruction, de faire de tête des calculs relativement longs et compliqués, sont de même nature et doivent correspondre à une même organisation physique que celles qui mettent Laplace en état d'écrire la mécanique céleste. Un labeur persévérant est la condition indispensable du succès plus encore dans les mathématiques que dans les autres régions du savoir; néanmoins, on rencontre des prédispositions spéciales et un talent natif pour cette science comme pour toutes les autres, ces prédispositions pouvant devenir héréditaires, comme l'exemple nous en est donné par la famille des Bernoulli.

Pascal avait un goût inné et fut doué d'un talent précoce pour les mathématiques; on sait que, sur la simple définition de la géométrie, il parvint à découvrir par la seule pénétration de son génie jusqu'à la trente-deuxième proposition d'Euclide, et l'on peut dire aussi que Galilée, Lalande, Tycho-Brahé, Euler et bien d'autres sont nés mathématiciens.

Louis Amat.

HISTOIRE DES SCIENCES

L'école de Salerne.

Parmi les documents, malheureusement trop rares, que le temps a laissé venir jusqu'à nous, sur l'histoire de la médecine, il en est peu d'aussi singuliers que le recueil d'axiomes et de préceptes médicaux connu sous le nom d'*École de Salerne*. Il possède, en effet, sur la plupart de ses pareils, un incontestable avantage, celui de représenter dans son ensemble, et non sur des points et sujets isolés seulement, les idées médicales qui ont eu cours à l'époque de sa création : toutes les branches de l'art médical y sont représentées. En revanche, en raison même de l'étendue du domaine exploré, les diverses parties qui le constituent ne peuvent être étudiées et exposées d'une façon très approfondie : l'École de Salerne nous donne succinctement et à grands traits les idées dominantes et les préceptes capitaux adoptés ou formulés par son auteur. En tant que représentant l'une des étapes de la médecine, elle mérite d'être considérée, ne fût-ce que pour nous apprendre en quoi nos devanciers ont erré, comme aussi dans quelle mesure ils ont pu anticiper sur les découvertes de notre moderne époque.

Bien que nous n'ayons pas l'intention d'analyser ici cet ouvrage singulier, — cela dépasserait les cadres qui nous sont imposés, — nous voudrions donner quelque idée de son plan, de l'esprit dans lequel il est conçu, en y ajoutant surtout les citations, qui, mieux que toute analyse, font saisir au lecteur les qualités ou les défauts des œuvres qu'on lui veut présenter. L'édition qui nous servira est celle de feu Meaux Saint-Marc, édition la dernière en date, comprenant le texte original et la traduction mise en vers, très soignée, et accompagnée d'un excellent commentaire de feu Ch. Daremberg. Une étude historique de ce dernier savant constitue une utile introduction à la lecture des préceptes de l'antique École : empruntons-lui donc quelques renseignements nécessaires.

Disons-le de suite, la *Schola Salernitana* ne représente pas le seul traité qui nous reste des docteurs de Salerne : il en est d'autres, assez nombreux, dont la découverte est récente, publiés par Henschel, Daremberg et de Renzi, dans la *Collectio salernitana :* de ceux-là nous ne dirons rien. Ce sont des traités sur diverses parties de l'art médical, ce n'est pas un résumé comme la *Schola*.

A quelle date convient-il de rapporter l'origine de l'École de Salerne? La question n'est pas facile à résoudre — *adhuc sub judice lis est* — et l'on n'a sur elle que des données incomplètes. M. Daremberg pense que l'École a pu se fonder à une époque très voisine de la chute de l'empire romain. C'est à partir des x[e] et xi[e] siècles que nos connaissances deviennent précises, — relativement du moins, — et que nous savons quelque chose sur les hommes de l'École. Hippocrate et Galien sont les grands maîtres de l'art : le dogmatisme règne en souverain et Salerne porte le nom de *civitas hippocratica :* voilà pour l'esprit de l'École. Pour ses maîtres, quelques-uns nous sont connus; entre autres, Jean Plateарius et sa femme Trotula.

Trotula pratiquait l'art médical dans toutes ses branches : elle a laissé un traité des maladies des femmes et divers chapitres dans le *Compendium Salernitanum*. Elle avait plusieurs collègues parmi les personnes de son sexe, et un certain nombre des recettes utilisées par les matrones en question nous sont parvenues. Il en est de bonnes, mais il en est aussi de plus singulières qu'utiles : telles, celles qui consistent à faire manger aux couples stériles des excréments d'âne frits dans la poêle pour les rendre féconds, ou à manger des cœurs de truie farcis pour oublier les amis morts. Jean Platéarius, Cophon l'Ancien, Petroncellus nous ont aussi laissé un certain nombre de traités : et Archimatæus nous a légué un intéressant opuscule sur la manière dont le médecin doit se comporter auprès du malade. Le souci de la dignité médicale, du bien du malade et des intérêts de son âme aussi bien que de son corps s'y montre très vif, mais il s'y joint aussi quelques puérilités. Voici quelques conseils pratiques adressés au médecin en visite professionnelle. Le médecin, qui a dû, avant son arrivée, chercher à avoir quelques indications sur le mal qu'il va soigner, doit entrer en saluant d'un air modeste et grave ; il reprend haleine ou boit un coup et tâche de s'attirer par sa tenue et ses paroles la bonne grâce

(1) W. Spottiswoode. Congrès de Dublin. *Les rapports des mathématiques avec les autres sciences*. Voy. *Revue scientifique*, 26 octobre 1878.

et la confiance des assistants. Puis il voit le malade, l'examine avec soin et bienveillance, et lui promet la guérison. A la famille, il convient de dire que la maladie est très grave; si le patient succombe, on n'aura pas de désillusion; s'il guérit, la réputation du médecin s'accroît. Il ne faut pas que le médecin arrête les yeux sur la femme, les filles ou les servantes de la maison, si belles qu'elles puissent être: cela n'est pas convenable. Si on le retient à dîner ou à déjeuner, qu'il reste, mais se conduise en tout avec dignité, sans oublier son malade. Quand viennent la guérison et le moment de toucher les honoraires, le médecin doit arriver l'air gai et hasarder quelques petites plaisanteries, puis il demande honnêtement son salaire et se retire en paix, le cœur content et la bourse pleine.

Bernard le Provincial, de la même époque, laisse un recueil de recettes fort intéressantes. Par exemple, pour rendre les prunes laxatives, il recommande d'introduire entre le bois et l'écorce du prunier un vinaigre ou quelque autre préparation laxative: la sève s'en empare, et, selon lui, la charrie dans les fruits. Même chose pour la vigne. Comme le fait remarquer Ch. Daremberg, c'est une idée analogue à celle du lait iodé et du traitement des enfants par la médication des nourrices. Voici une autre recette qui trouve souvent son application: un jeune homme ou une jeune fille se trouvent-ils embrasés par un amour intempestif aux ardeurs duquel ils ne veulent pas succomber: qu'ils se lient les mains derrière le dos et boivent de l'eau dans laquelle on a éteint un fer rouge. *Ce n'est pas plus difficile que cela!* Vous trouvez-vous trop maigre? Prenez une poule, d'une part; de l'autre, des vieilles grenouilles bien grasses; coupez, et faites bouillir lesdites grenouilles et faites-les manger à la poule en question; puis mangez la poule, mais n'en mangez que les parties correspondant à celles que voulez renforcer chez vous-même. C'est infaillible: vous engraisserez là où il vous plaira, et dans la mesure que vous voudrez.

L'École de Salerne, la *Schola Salernitana* proprement dite, comprend dix livres ou parties, précédés et suivis d'une dédicace et d'un épilogue. L'hygiène forme la matière du premier livre. Les grandes lignes de cette science sont tracées avec précision et clarté; son importance n'a pas échappé aux docteurs de l'École:

Custodit vitam qui custodit sanitatem.

L'influence de l'air et des saisons est bien appréciée: pour chacune de celles-ci, un *modus vivendi* particulier est indiqué: au printemps, saignée, bains, purgatif et *moderatus usus Veneris*. En été, *sit Venus extra*, ni bains, ni saignée, pas d'excès; en automne, bon vin, éviter les fruits; en hiver, enfin, bonne chère. — Suit l'énumération des régimes selon les mois. L'usage de l'eau froide et des ablutions générales est souvent recommandé, ainsi que l'exercice modéré.

Pour le sommeil, six ou neuf heures doivent suffire: c'est une limite assez élastique; éviter la méridienne en thèse générale. Quant aux fonctions intimes:

In die mictura vicibus sex fit naturalis;
Mingere cum bombis est res saluberrima lombis.

On voit jusqu'où l'on peut aller, de par l'École. Éviter avec grand soin de *bombum veteratum retinere*: c'est la cause d'une foule de maladies.

Les bains sont prescrits, mais avec modération: bains d'eau douce ou salée et bains de sable. Mais l'École ne veut pas qu'il y ait excès; elle n'eût certes pas approuvé la femme de Néron, la belle Poppée qui, en voyage, se faisait suivre de cinq cents ânesses, destinées à fournir le lait de ses bains.

Les repas, leur ordre et leur composition sont l'objet de nombreux préceptes. Tout d'abord, ne jamais manger sans appétit, quoique ce soit un des très glorieux privilèges de l'homme, au dire de Brillat-Savarin. En revanche, quand on a faim, manger sans vouloir discuter contre son estomac:

Inanis venter non audit verba libenter,

Ce que l'on traduit par: Ventre affamé n'a pas d'oreilles. L'École prescrit de rester sur son appétit et n'approuve pas les gros repas. Que n'eût-elle pas dit, si elle eût pu assister aux repas de Louis XIV, pour ne citer que lui parmi les gros mangeurs? La Palatine les raconte en ces termes: « J'ai souvent vu le roi manger quatre assiettées de soupes diverses, un faisan entier, une perdrix, une grande assiettée de salade, du mouton au jus et à l'ail, deux bonnes tranches de jambon, une assiettée de pâtisseries et puis encore des fruits et des confitures. » Même à la diète, le Roi-Soleil mangeait ainsi qu'il suit, d'après Fagon son médecin: « Le roi, fatigué et abattu, fut contraint de manger gras le vendredi et voulut bien qu'on ne lui servît à dîner que des croûtes, un potage aux pigeons et trois poulets rôtis. » En revanche, quel triomphe pour l'École et son régime, si elle eût pu assister à la royale autopsie: « Son estomac surtout étonna, et les boyaux par leur volume et leur étendue au double de l'ordinaire. » (Saint-Simon.)

Bien que assez sévère sur le régime, l'École ne va pas jusqu'où sont allés Santorio et Cornaro, en matière de minutie. Santorio, lui, s'asseyait avant son repas sur une balance et notait le poids marqué, puis il mangeait, sans bouger de sa balance, et s'arrêtait net quand elle marquait un certain poids, par suite de la descente graduelle de la balance, qui le mettait dans l'impossibilité matérielle d'atteindre les plats sur la table. Cornaro vivait de douze onces d'aliments solides et de quatorze onces de vin. S'étant avisé un beau jour d'augmenter ce maigre régime de deux onces, il en tomba malade pendant un mois et eut toutes les peines du monde à s'en tirer vif. Voilà les inconvénients de l'habitude! Je signalerai, à propos de la quantité de nourriture ingérée, les résultats d'un curieux travail de statistique. A cinquante ans, un homme a absorbé 70 000 livres de pain, 20 000 livres de viande, 5000 livres de légumes et bu 32 000 litres de liquides divers, formant un lac de 300 pieds de superficie sur 3 de profondeur. Ne connaissant pas les bases sur lesquelles repose ce calcul, je ne sais à quel point il est exact: l'auteur ne donne d'ailleurs son chiffre que comme chiffre moyen.

La modération dans la boisson est recommandée avec force arguments à l'appui : un seul précepte nous frappe :

Si tibi serotina noceat potatio vini,
Hora matutina rebibas et erit medicina.

Le peuple en use ainsi, et c'est ce qu'il appelle « reprendre du poil de la bête », mais ce n'est pas ce qu'il fait de mieux. Cette maxime eût été du goût d'Officius Bibulus, dont on disait en guise d'oraison funèbre : *Dum vixit, aut bibit, aut minxit.*

Le vin est la boisson particulièrement préconisée par les Salernitains : ils donnent, avec un luxe de détails qui aurait l'approbation de tous les œnophiles connaisseurs, le menu des qualités que doit présenter ce breuvage et les signes auxquels on en reconnaît la bonté :

Le vin pur réjouit le cerveau contristé,
Et verse à l'estomac un ferment de gaîté!

Suivent des considérations sur la bière, le café, le cidre, le poiré. Quant à l'eau, elle ne jouit que d'une médiocre estime aux yeux de l'École :

L'eau, fatale boisson, nuisible en un repas,
Refroidit l'estomac qui ne digère pas.

Les mets et les condiments sont l'objet d'une étude analogue à celle qui a été faite sur le vin : l'énumération des propriétés de chaque viande y est jointe. Ainsi,

Le cœur du cerf fait fuir les douleurs irritantes,
Et le cœur du pourceau, les tristesses constantes.

La chair du porc est assez appréciée : le spirituel commentateur des Salernitains, M. Daremberg, en profite pour exposer, lui aussi, ses idées sur le cochon.

« Le cochon est sale, parce qu'on ne le tient pas propre, glouton et lascif parce qu'on le gorge de nourriture, paresseux, parce qu'on ne lui fait rien faire, laid, parce qu'on le défigure en l'engraissant. Mais un cochon bien élevé est aussi propre que tout autre animal; il est de plus très affectueux et très intelligent. J'ai connu une dame qui en avait nourri un (au biberon, s'entend!) et qui avait peine à se débarrasser de lui, tant il l'accablait de tendresses. En 1816, à Montayran, et en 1832, dans une ferme de Mont-Saint-Jean, deux cochons devinrent chauves de douleur et de saisissement pour avoir vu assassiner sous leurs yeux les personnes qui leur donnaient des soins. » M'est avis qu'on les avait plutôt ébouillantés par mégarde ou autrement.

Après les viandes, les légumes et le laitage : les avantages et les inconvénients des uns et des autres sont exposés avec soin; enfin les fruits viennent clore l'énumération. Le deuxième livre est consacré à la matière médicale et aux vertus des simples : c'est en général de la haute fantaisie et non de la thérapeutique. La troisième partie, qui ne comprend que huit vers, représente la partie anatomique et ne mérite pas qu'on s'y arrête. Le quatrième livre est consacré à la physiologie. La théorie des humeurs s'y trouve exposée dès le début, comme il convient à un traité qui s'inspire de Galien et d'Hippocrate; elle est suivie de l'étude des tempéraments, avec portraits à l'appui. Voici deux vers indiquant les propriétés psychiques des organes :

Cor sapit, pulmo loquitur, fel commovet iram
Splen ridere facit, cogit amare jecur.

Le cinquième livre renferme l'étiologie; on y voit exposée l'influence des tempéraments sur les maladies. La sémiotique, sujet du livre suivant, ne manque pas d'intérêt : l'art d'interpréter les signes fournis pour l'examen des malades, par l'allure de leur affection et par leur *habitus* en général, a été poussé assez loin. La pathologie est très abrégée et tient une page; la thérapeutique, au contraire, est assez développée, mais renferme de singuliers préceptes.

La saignée est l'objet d'une foule de maximes, montrant bien le rôle important qu'elle joue; de fait, c'est d'elle seule, à deux pages près, qu'il est question dans tout le cours de ce livre. Belle occasion pour se lamenter sur la versatilité des choses humaines, admirable thème que celui du discrédit actuel de la saignée! Le livre de la nosologie prête plus à l'analyse et fait preuve d'un état de connaissances assez avancé.

L'affreux mal caduc brise et torture la tête;
L'affligé seul prévoit la crise et la tempête,
En ses extrémités il sent gronder le mal,
. . . .
Et l'écume à la bouche, il se débat et tombe.

Voilà qui est assez exact; mais ensuite, cela se gâte :

Donnez, dit Avicène, à ce cœur foudroyé,
Avec le suc de rue un crâne humain broyé,
Ce remède héroïque est vraiment salutaire.

Pour héroïque, il l'est à coup sûr! Reste à savoir s'il est aussi salutaire!

Voici pour guérir les verrues :

D'urine âcre de chien humecte la verrue :
Bientôt s'effacera l'excroissance charnue.
Résistante, elle veut d'un rat le sang tout chaud,
Elle aime aussi le vin, la fiente de chevreau,
Frotte-la donc longtemps de cet heureux mélange!

La verrue a vraiment de bien singuliers goûts!

Craignez-vous les puces?

Des puces veux-tu fuir la visite importune?
D'un procédé bizarre éprouve la fortune,
De la fiente de porc introduite en ton lit,
Garnis le vêtement préparé pour la nuit.
Ce soin, de l'ennemi précipitant la fuite,
En paisible sommeil change ta nuit maudite.

Il se peut fort bien, en somme, que les puces aient de l'objection à l'odeur de la fiente de porc ; mais il me semble que la première victime de ce « procédé bizarre » sera celui qui en use; il sera le premier à déguerpir. Où sera l'avantage?

A ce propos, signalons une statistique étrange. Un individu a voulu savoir ce qu'il y a de puces au monde : il déclare qu'il y en a 843 quindécillions, c'est-à-dire 843 suivi de 48 zéros! Je ne donne que le chiffre rond, car l'auteur ne s'est pas contenté de cette approximation : il les a calculées *exactement :* le chiffre des centaines est 299; pas une de plus, pas une de moins.

Voulez-vous contre la fistule un « étonnant secours » ?

C'est d'un crapaud, le foie appliqué pour deux jours!

Et contre la migraine :

Pour toi que la migraine, horrible mal, attriste,
Cours au jardin la nuit de la Saint-Jean-Baptiste.
Tu cherches la bétoine; et son suc, recueilli,
Est en décoction dans un vase bouilli:
Au matin de la fête avale ce breuvage,
Son merveilleux pouvoir du mal calme la rage!

Voilà qui est fort bien, lorsqu'on tombe malade la veille de la Saint-Jean, mais les autres jours, que faire? La Saint-Jean ne revient pas 365 fois par année!

Avalé de travers, si quelque os te demeure
Au gosier; introduite en ta bouche sur l'heure,
Une anguille vivante attachée au dehors
Attire et saisit l'os entraîné sans efforts.

N'allez pas lâcher l'anguille, au moins; il faudrait envoyer quelque autre animal pour la retirer!

Veux-tu faire cesser ce déplaisant hoquet?
Que le choc imprévu d'un vase que l'on brise,
Frappe d'un bruit soudain ton oreille surprise!

Ceci n'est pas à la portée de tout le monde; les petites bourses objecteront à cette singulière thérapeutique. Il est probable qu'elles se refuseront, pour le même motif, à cette autre pratique :

Éprouves-tu de cœur défaillance subite?
Avale en poudre fine une perle réduite.

Par bonheur, on peut substituer à la perle des yeux d'écrevisse : « Égale est leur puissance et pareil leur office ». C'est tout profit.

Le dixième et dernier livre, fort court, est relatif à la pratique médicale. Il y est traité des difficultés et des déboires du médecin. Quelques conseils relatifs aux honoraires manquent de délicatesse :

L'élève d'Hippocrate en sa pénible étude
Est trop souvent payé de noire ingratitude :
On lui promet un monde à l'heure du danger;
Le malade guéri n'y paraît plus songer.
Lorsque son patient de plaintes l'importune,
Le docteur attentif à sa propre fortune,
Profitant de ses cris, obtient sur le moment
Quelque gage bien sûr, un bon nantissement,
Ou mieux, argent comptant, fait solder son mémoire,
Du malade sauvé chétive est la mémoire;
En ennemi l'on sait qu'il traite sans égard
Le maladroit qui parle honoraires trop tard,

La manière d'agir, recommandée par Archimathaeus, dont nous avons parlé plus haut, est certainement plus honorable.

Voici quelques vers sur la tenue du médecin :

Vêtu d'habits décents, affable et plein de zèle,
Le médecin s'empresse à la voix qui l'appelle,
D'un rubis l'étincelle à son doigt brillera,
Sur un coursier fidèle en visite il ira.
Ce splendide attirail rehausse son mérite,
Sur l'esprit du malade il réussit plus vite,
Reçoit cadeaux sans nombre ; un mince accoutrement
Lui vaudrait profit mince et sec remerciement.

Les derniers vers ne sont malheureusement que trop vrais, et la leçon qui y est contenue porte journellement ses fruits. Encore un sujet sur lequel on pourrait philosopher à l'aise!

Nous voici arrivés à la fin de l'œuvre : *explicit opus,* et l'auteur, évidemment satisfait de son travail, formule cette petite conclusion :

La Flore médicale (1) achève ici son cours.
L'auteur, aimé du ciel, en paix finit ses jours.
Que le ciel lui prépare un siège, une couronne,
Et debout, près du Christ, qu'avec ses saints il trône!
Amen.

Je ne sais jusqu'à quel point ce vœu discret aura été exaucé, ni quels peuvent être les titres de l'écrivain à la récompense qu'il ambitionne : l'histoire est muette sur ce point; mais je ne sache pas qu'il ait été même canonisé, ce qui est l'*a b c* des grandes dignités qu'il poursuit.

La seule réflexion que je me permettrai, c'est que les très savants et très compliqués préceptes de l'École n'ont pu l'empêcher de mourir, malgré la parfaite connaissance qu'il en avait et sans doute le bon vouloir qu'il apportait à retenir la vie. Sur ce point donc, notre médecine moderne ne peut rendre jalouse l'antique École, malgré les progrès nombreux et considérables que les temps ont apportés. Chamfort raconte qu'un jour, un médecin de village, allant visiter un malade, prit avec lui un fusil pour chasser en chemin et se désennuyer. Passe un paysan qui lui demande où il va. — Voir un malade. — Avez-vous peur de le manquer, fait l'autre, en regardant le fusil? Les médecins d'aujourd'hui ne *manquent* pas plus leurs malades que ceux d'autrefois : l'École de Salerne ne peut donner l'élixir de longue vie, ni la fontaine de Jouvence. Il n'y faut chercher qu'un intéressant chapitre du grand livre de l'histoire de la médecine et le lecteur ne perdra rien à le parcourir. La science n'est-elle pas en grande partie la connaissance de ce qu'ont pensé les autres avant nous?

HENRY DE VARIGNY.

(1) Le poème de l'École de Salerne se nomme aussi *Flos medicinæ* et *Regimen sanitatis.*

VARIÉTÉS

Récréations scientifiques sur l'arithmétique et sur la géométrie de situation (1).

TROISIÈME RÉCRÉATION, SUR LE JEU DU BAGUENAUDIER, COMPORTANT LE MOYEN D'OBTENIR TOUTES LES DISPOSITIONS POSSIBLES DES ANNEAUX, PAR L'EMPLOI DU SYSTÈME DE LA NUMÉRATION BINAIRE.

Le baguenaudier est un instrument de jeu, formé d'anneaux enchevêtrés dans une navette, qu'il s'agit de séparer du système des anneaux. Nous conseillons l'emploi du baguenaudier de 7, 8 ou 9 anneaux; on le trouve facilement dans le commerce. Avec un plus grand nombre d'anneaux,

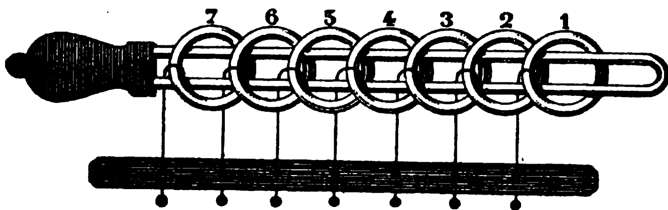


Fig. 16.

le jeu devient absurde, car le nombre des opérations à faire pour monter ou pour démonter le baguenaudier double continuellement par l'addition d'un anneau; on verra plus loin qu'il faudrait des milliards de siècles pour démonter complètement un baguenaudier de 64 anneaux.

HISTORIQUE.

L'invention de ce jeu est fort ancienne; on le trouve mentionné, pour la première fois, je crois, parmi l'un des 222 traités de Cardan, dans l'ouvrage intitulé : *De subtilitate libri*, XXI, dont la première édition parut à Nuremberg en 1550; il existe plusieurs autres éditions de cet ouvrage, et notamment, une traduction française publiée par Richard Leblanc (Paris, 1556, in-4°), sous le titre : *Les Livres d'Hieronymus Cardanus, de la Subtilité et subtiles Inventions, ensemble les causes occultes et les raisons d'icelles*. Le xv° livre de cet ouvrage, que l'on doit considérer comme une sorte d'encyclopédie de la science et de l'industrie au xv° siècle, est consacré aux *Subtilités inutiles et incertaines;* nous reproduisons ici la traduction du passage concernant la description du baguenaudier, d'après Richard Leblanc (page 291).

« L'instrument, composé de sept anneaus est inutile, et est tel : Une paillette de fer large d'un doigt, longue d'une paume, mince et déliée, en laquelle sont sept trous rons, estrois et d'espaces égales, disposés selon la longueur de la paillette ou lamine : ces trous reçoivent sept vergettes menues presque de la hauteur d'une once, mobiles en bas, circonflexes en haut, à fin qu'elles retiennent les anneaus enclos de la grandeur d'un doigt, et les vergettes sont contenues par l'anneau ensuivant sous le fléchissement et curvature. Pour cette cause, tous les anneaus, excepté le premier, sont engardés par le précédent, qui ne sautent librement hors la verge antérieure : tout est de fer, et mesmement la navette ou navicule est de fer, de laquelle i'ai exactement rendu la figure que voiés présente. Elle est longue et large selon la grandeur de la paillette ou lamine supposée. Par cet instrument un ieu est inventé de subtilité admirable. »

Après l'indication de la manœuvre de l'appareil, on trouve la conclusion suivante : « Ceci de soi est inutile ; toutefois on peut le transférer aux serrures artificieuses de coffres (1). Telle subtilité est au jeu des échets ; mais elle est plus délectable pour cause de la variété et contention, car comme la navicule est d'invention très subtile en son genre, ainsi entre tous ieus les échets sont de grande subtilité. Autrefois, i'ai écrit et composé quatre livres des ieux. »

BIOGRAPHIE DE CARDAN.

La vie de Jérôme Cardan est l'une des plus étranges et des plus extraordinaires dont il soit fait mention dans l'histoire des sciences ; c'est un tissu d'extravagances, d'actions incohérentes, viles et parfois criminelles, puisqu'il en vint à assassiner un homme qui l'avait volé au jeu. Scaliger a dit de lui qu'il était supérieur à tous les hommes, mais que souvent il descendait plus bas que les petits enfants ; Leibniz, qui l'a déclaré fou et insensé, n'en admirait pas moins la supériorité de son esprit; la postérité, oubliant ses erreurs, a conservé le souvenir de plusieurs de ses brillantes découvertes. L'un des premiers, Cardan, trouva la résolution de l'équation du troisième degré et démontra la formule qui porte encore son nom ; il entrevit la résolution de l'équation du quatrième degré, que l'on doit à son disciple Ferrari ; il imagina un appareil employé dans la marine pour la suspension des boussoles, et probablement aussi l'engrenage connu sous le nom de *joint universel*.

Né à Pavie en 1501, il professa successivement la dialectique, la métaphysique, les mathématiques ; il exerça la médecine, à Milan, de 1529 à 1550 ; après avoir parcouru l'Écosse, l'Angleterre, les Pays-Bas et l'Allemagne, il revint à Milan, où il vécut encore quelques années, partageant son temps entre le travail, la débauche et le jeu. Son fils aîné, médecin comme lui, empoisonna sa femme et fut décapité ; son second fils tomba dans de grands désordres ; il le fit incarcérer plusieurs fois, puis lui coupa l'oreille et finalement le chassa de sa maison. Enfin il termina son existence infortunée, à Rome, à l'âge de soixante-quinze ans ; il était alors pensionné par le pape Grégoire XIII. Scaliger et de Thou pré-

(1) Voir la *Revue scientifique* du 16 août 1879 et du 3 avril 1880.

(1) M. le docteur O.-J. Broch, ancien ministre, président de la commission du royaume de Norvège à l'Exposition universelle de 1878, me disait dernièrement que, dans son pays, les habitants des campagnes se servent encore du baguenaudier pour fermer leurs bahuts et leurs sacs.

tendent qu'ayant fixé lui-même l'année et le jour de sa mort, il se laissa mourir de faim pour que sa prédiction fût justifiée. La *Nouvelle Biographie générale* (Firmin Didot) contient une longue et intéressante biographie de Cardan, par M. Victorien Sardou, de laquelle nous avons extrait quelques-uns des renseignements qui précèdent.

BIOGRAPHIE DE WALLIS.

Le second auteur, qui a écrit sur le baguenaudier, est un illustre mathématicien anglais, du nom de Wallis, auquel on doit une formule bien curieuse pour la détermination du rapport de la circonférence au diamètre (1). Né en 1616, mort en 1703, Wallis possédait à fond toutes les connaissances de son temps. « Dès mon enfance, dit-il, j'ai toujours, dans toutes sortes de sciences, voulu savoir le fond des choses, non par routine, ce qui les fait oublier bientôt, mais par raison et par principes, afin de former mon jugement. » Il fut professeur de géométrie à l'université d'Oxford, en 1649 ; il fut ensuite chapelain du roi, au rétablissement des Stuarts. Doué d'une mémoire prodigieuse, il lui arriva, une nuit, d'extraire de tête la racine carrée d'un nombre de *cinquante* chiffres, et d'être en état de la dicter et de l'écrire le lendemain.

Le tome II de son *Traité d'algèbre* (page 472) contient la description et la manœuvre du baguenaudier, avec un grand luxe de détails et de figures très bien faites.

« Cardan, dit-il, en son livre *De la subtilité*, parle de ce que nous allons faire connaître sur les anneaux enlacés ; il classe cette subtilité parmi les inutiles, c'est-à-dire parmi celles qui ne touchent pas au gain, et qui se recommandent seulement comme pouvant mettre l'esprit en action ; mais il en parle en termes si obscurs que celui qui ne connaîtrait pas autrement la chose ne pourrait que difficilement deviner de quoi il s'agit. Nous nous sommes efforcé d'expliquer par des paroles l'objet en question ; mais il serait plus facile de le faire connaître avec les doigts qu'avec la plume. La chose est d'une si grande subtilité et va si bien de pair avec l'algèbre, qu'il est impossible de lui refuser ici un refuge. Toute la difficulté consiste à composer et à résoudre, à enlacer et à délacer. »

(1) Au congrès de l'association française, à Montpellier, M. Ed. Collignon, inspecteur général de l'École des ponts et chaussées, a présenté des développements fort curieux sur la formule de Wallis, afin d'arriver à démontrer l'incommensurabilité de toutes les puissances du rapport de la circonférence au diamètre.

C'est un préjugé, partagé par beaucoup de personnes, de croire à l'impossibilité démontrée de la quadrature du cercle. On sait bien que les nombres π et π^2 sont incommensurables ; cependant si l'un des nombres π^4, π^8, π^{16},... était commensurable, on aurait résolu le problème de la quadrature du cercle. Cette observation n'a pas pour but d'engager quelques lecteurs dans cette recherche extrêmement difficile. Arago disait autrefois à l'Académie des sciences qu'il avait constaté que les prétendues solutions de la quadrature du cercle étaient beaucoup plus nombreuses au printemps qu'à toute autre époque de l'année.

INVENTION D'UN CLERC DE NOTAIRE.

Enfin, en 1872, un auteur ingénieux qui avait gardé l'anonyme, a publié une brochure de seize pages in-8°, dont je dois la communication à la bienveillance de M. le général Parmentier. Cet opuscule est intitulé : *Théorie du Baguenodier, par un clerc de notaire lyonnais*, et commence ainsi : « Lyon attire sur lui l'attention publique par son Exposition ; chacun des enfants de cette grande cité doit produire tout ce qui peut plaire aux visiteurs. Ce motif décide un modeste clerc de notaire à publier ses études sur le baguenodier ; le sujet est frivole, mais la théorie est neuve ; de plus, elle a été imaginée à Lyon. Cet opuscule aura atteint son but s'il montre que le baguenodier est un jouet instructif. »

L'auteur se livre d'abord à une discussion étymologique de laquelle il paraît résulter que l'on doit écrire le nom de l'instrument avec un *o*, puisque ce nom vient probablement de nœud (*nodus*) de bagues. Après avoir indiqué les sources historiques que nous venons de mentionner, il expose une notation aussi simple qu'élégante des diverses configurations du baguenaudier, qui permet de fixer à chaque instant l'ordre du déplacement des anneaux ; aussi nous regrettions que l'auteur n'eût pas cru devoir livrer son nom au public, lorsque nous avons appris que l'estimable continuateur de Cardan et de Wallis est M. Aimé Gros, vice-président au tribunal civil de Lyon. La théorie qui va suivre n'est que le développement de l'idée fondamentale de l'auteur lyonnais, et des observations qui m'ont été données par M. Parmentier ; en outre, nous y avons ajouté quelques considérations qui feront comprendre que ce petit appareil, que bien des personnes regardent comme un joujou stupide, renferme cependant, dans sa contexture variable à chaque instant, la représentation des différentes propriétés du système de la numération binaire et de la théorie des combinaisons.

DESCRIPTION DU BAGUENAUDIER.

Cet instrument se compose de deux parties principales, la *navette* et le *système des anneaux*.

La navette se compose essentiellement d'un fil métallique, ayant la forme d'un rectangle très allongé. Pour la commodité de la manœuvre, l'une des extrémités est munie d'une poignée que l'on tient dans la main gauche, pendant que l'on déplace les anneaux avec la main droite.

Le système des anneaux est formé :

1° D'un nombre quelconque d'anneaux égaux, dont le diamètre est à peu près le double de la largeur de la navette, et dont l'épaisseur est environ le quart de celle-ci ; par conséquent, on peut faire passer la navette à travers l'anneau, tout aussi bien qu'un seul anneau, et même deux pris ensemble, à travers la navette ;

2° D'une petite planchette rectangulaire de dimensions pareilles à celles de la navette ; elle est percée, sur sa longueur, de trous équidistants, en nombre égal à celui des anneaux de l'instrument ;

3° De petites tiges ou verges métalliques, en nombre égal à celui des anneaux ; l'une des extrémités de chaque tige passe librement dans l'un des trous de la planchette, derrière laquelle cette tige est retenue par un crochet ; l'autre extrémité entoure l'un des anneaux.

Le système est agencé de telle sorte que chacune des tiges qui retient l'anneau se trouve passée dans l'intérieur de l'anneau suivant. Ainsi la tige du *premier anneau* est passée dans le second ; celle du second dans le troisième, et ainsi de suite ; mais la tige du *dernier anneau* ne passe dans aucun autre. Il y a donc une très grande différence dans la disposition du premier anneau et du dernier; dorénavant, nous distinguerons les anneaux par les nombres 1, 2, 3, 4,... et nous supposerons la planchette disposée de telle sorte que le premier anneau soit placé à la droite.

On dit qu'un anneau est *monté* ou *levé* lorsque la tige qui lui correspond est passée dans l'intérieur de la navette, et que la navette est passée dans l'intérieur de l'anneau ; on dit que l'anneau est *baissé* ou *descendu*, dans le cas contraire ; le baguenaudier est *monté*, lorsque tous ses anneaux sont levés ; il est *démonté*, lorsque tous les anneaux sont baissés ; alors, la navette se trouve complètement séparée du système des anneaux.

DU DÉPLACEMENT D'UN ANNEAU.

Supposons que l'on tienne horizontalement, et de la main gauche, la navette du baguenaudier complètement monté, ainsi qu'on le vend dans le commerce; il est facile de constater que le premier anneau peut être baissé; pour cela, on le prend de la main droite, on tire la navette à gauche, et l'on passe l'anneau dans l'intérieur de la navette; de cette façon, le premier anneau se trouve descendu; on le remonte par l'opération inverse. Lorsque le premier anneau est baissé, on ne peut déplacer le second, et on ne peut baisser que le troisième ou le remonter, par l'opération inverse; mais, si le premier et le troisième anneau sont baissés, on ne peut en baisser aucun autre.

Dans le cas général, il résulte de la construction même du baguenaudier, que le déplacement d'un seul anneau est soumis aux principes suivants :

1° Dans une position quelconque des anneaux du baguenaudier, on peut toujours baisser le premier anneau s'il est levé, ou le lever s'il est baissé.

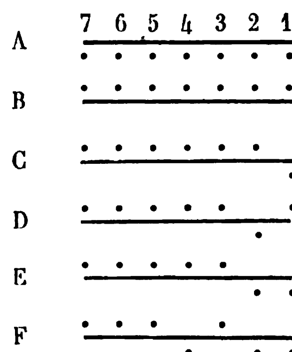
2° Pour qu'un anneau de rang quelconque puisse être déplacé, c'est-à-dire levé ou baissé, il faut et il suffit qu'il se trouve placé *immédiatement* à la gauche d'un anneau monté, et que celui-ci soit le seul anneau monté, à la droite du premier.

Dans le cas où l'on ne déplace qu'un seul anneau à la fois, la marche du jeu est appelé *marche ordinaire*.

DU DÉPLACEMENT DE DEUX ANNEAUX.

Il y a exception, dans le déplacement des anneaux, pour la marche des deux premiers anneaux, qui peuvent être montés ou descendus, pris simultanément; mais il n'existe aucun groupe de deux autres anneaux, ou de plus de deux anneaux, que l'on puisse faire marcher en même temps. Lorsque l'on emploie cette manœuvre simultanée des deux premiers anneaux, la marche du jeu est plus rapide; nous l'appellerons *marche accélérée*. On peut monter ou baisser simultanément les deux premiers anneaux dans une position quelconque des autres anneaux de l'appareil; mais on verra facilement que si l'on doit les monter tous deux en même temps, on descend ensuite le premier. Dans ce qui suit, nous ne nous occuperons tout d'abord que de la marche ordinaire, qui est plus commode à considérer théoriquement; nous donnerons ensuite un tableau qui permet d'en conclure immédiatement la théorie du jeu dans sa marche accélérée.

Pour représenter les diverses phases du jeu, nous figurerons la navette par une droite horizontale, les anneaux levés par des points placés au-dessus, dans leur situation respective, et les anneaux baissés, par des points placés au-dessous. Ainsi la figure A désigne le baguenaudier de 7 anneaux, complètement démonté; B désigne le même appareil entièrement



monté. Par un seul mouvement, on peut déduire C ou D de B, soit en baissant le premier anneau, soit en baissant le second; on peut aussi déduire E de B par un seul mouvement, en baissant simultanément les deux premiers anneaux; on peut aussi déduire E de D par le déplacement du premier anneau, toujours libre; mais on ne pourrait déduire immédiatement E de C. Dans la position C, on ne peut baisser que le troisième anneau ; de même, dans la position E, on ne peut baisser que le quatrième, pour produire la position F. Dans celle-ci, si l'on veut baisser le 3e anneau, il faut d'abord remonter les deux premiers, puis baisser le premier, pour descendre le troisième.

PROBLÈME GÉNÉRAL DU BAGUENAUDIER.

Ceci posé, le problème que nous allons résoudre complètement est le suivant : *On donne deux dispositions quelconques des anneaux, sur la navette d'un baguenaudier de grandeur arbitraire; déterminer l'ordre et le nombre des déplacements à opérer, pour passer d'une disposition à l'autre, en supposant que le nombre des mouvements des anneaux soit le plus petit possible. En particulier, déterminer l'ordre et le nombre minimum des déplacements des anneaux, pour monter ou pour démonter entièrement le baguenaudier.*

Nous supposerons d'abord qu'il s'agisse de la marche ordinaire, en ne déplaçant qu'un seul anneau à la fois. Le pro-

blème général du baguenaudier se résout immédiatement au moyen de la notation ingénieuse de chacune des dispositions du baguenaudier, qui a été imaginée par l'auteur lyonnais. Tous les anneaux sont représentés, dans l'ordre de gauche à droite, par l'un des caractères **0** et **1**, avec les conventions suivantes. Le premier anneau levé, à partir de la gauche, est désigné par 1, et les anneaux levés, situés à droite sont alternativement représentés par **0** et **1**, sans tenir compte, dans cette alternance, des anneaux baissés; quant aux anneaux baissés, ils sont indiqués, à leurs places respectives, par le signe du premier anneau qui se trouve à gauche, et par O, lorsqu'il ne s'en trouve aucun. En d'autres termes, en allant de gauche à droite, tout anneau levé implique une *variation* du signe de l'anneau, levé ou baissé, à gauche; tout anneau baissé implique une *permanence* du signe de l'anneau à gauche. On trouvera plus loin le tableau des coups successifs du baguenaudier; la figuration ordinaire dans la colonne *Baguenaudes*, et la notation de M. Gros, dans la colonne *Binaires*.

DES SYSTÈMES DE NUMÉRATION.

En général, tous les peuples qui parlent un idiome régulier ont employé, pour compter, le système de la numération décimale; cependant il y a quelques exceptions à cette règle. Le choix presque unanime du nombre 10, comme base de la numération, provient évidemment de la conformation de la main; on observera, d'ailleurs, que la plupart des unités de longueur, chez les anciens peuples, dérivent des dimensions du corps humain; ainsi par exemple : le pied, la coudée, etc., que l'on peut appeler unités *anthropométriques;* aujourd'hui, les nouvelles mesures sont établies sur des bases plus stables, et proviennent de rapports géodésiques, etc., comme le *mètre,* le *pendule,* etc.

Cependant on conçoit bien qu'au lieu de compter les nombres par dizaines, par centaines, ou groupes de dix dizaines, par *milles* ou groupes de dix centaines, on aurait pu remplacer le nombre *dix* par tout autre, et ainsi par *douze*. Déjà Aristote avait observé que le nombre *quatre* pourrait très bien remplacer le nombre dix; Weigel publia, à ce sujet, en 1687, le plan d'une *Arithmétique tétractique*.

On doit à Leibniz le projet d'une *Arithmétique binaire;* celle-ci était connue des Chinois, dès le temps de l'empereur Fo-Hi. Dans ce système, la base de numération est le nombre *deux,* et l'on peut écrire tous les nombres avec les deux chiffres **0** et **1**, en adoptant cette seule convention, analogue à la convention de la numération écrite du système décimal, que tout chiffre placé immédiatement à la gauche d'un autre représente des unités *deux* fois plus fortes. Ainsi, dans ce système, les nombres deux, quatre, huit, seize, s'écrivent

10, 100, 1000, 10000,...

et les nombres trois, cinq, onze, vingt-neuf, s'écrivent

11, 101, 1011, 11101.

On a souvent relevé, non sans quelque affectation, une lettre de Leibniz au jésuite Bouvet, où il donne son arithmétique binaire comme très propre à faire concevoir à l'empereur, qui régnait alors en Chine, la possibilité de la création, attendu qu'avec l'unité et le zéro on trouve le moyen d'exprimer tous les nombres jusqu'à l'infini. Mais, comme l'a fait remarquer un savant illustre, c'était une idée pythagoricienne, échappée à l'imagination active de ce grand génie, et sur laquelle il n'eût sans doute pas insisté plus qu'elle ne le méritait.

Simon Stevin avait proposé le système de *numération duodécimale,* se rapprochant beaucoup plus de notre manière de compter les mois de l'année, les heures du jour, ou les degrés de la circonférence; mais le changement du système actuel produirait trop d'inconvénients relativement aux petits avantages qui résulteraient du choix de la base *douze.* Plus tard, Auguste Comte avait observé que la structure de la main, composée de quatre doigts à trois phalanges, ou de douze phalanges opposées au pouce, permettait de représenter, avec les deux pouces posés sur deux phalanges, tous les nombres jusqu'à treize fois douze; par suite, on pourrait ainsi compter sur ses phalanges, dans le système duodécimal, plus facilement et plus loin que sur ses doigts, dans le système décimal. Mais de cet ingénieux système on ne connaît plus guère aujourd'hui que la comparaison faite par Auguste Comte, des quatre doigts et du pouce, au peloton des quatre hommes et du caporal.

AVANTAGES DU SYSTÈME BINAIRE (1).

Dans ce système, les opérations ordinaires de l'arithmétique sont réduites à leur expression la plus simple; les résultats de l'addition sont réduits à ceci : **1** et **1** font *deux,* je pose **0** et je retiens **1**. Quant à la table de Pythagore, elle n'existe pas; on a seulement ceci : 1 multiplié par 1 donne 1, en sorte que la multiplication se fait par le déplacement transversal du multiplicande. Pour la division, il n'y a aucun tâtonnement. De plus, ce système se prêterait plus naturellement que tout autre à la confection des machines arithmétiques, si l'on ne possédait pas aujourd'hui l'admirable *Arithmomètre* de Thomas, de Colmar. Cependant je dois ajouter que la numération binaire m'a permis de trouver des nombres premiers beaucoup plus grands que ceux que l'on connaissait jusqu'à présent, et que j'en ai déduit le plan d'une machine qui donnerait de très grands nombres premiers (2).

Mais ce système est incommode à cause de la grande quantité des caractères nécessaires pour figurer un nombre un peu considérable. Ainsi le nombre 2^{64}, obtenu en doublant successivement soixante-trois fois le nombre 2, s'écrit, dans

(1) Dans ce qui va suivre, les nombres écrits dans le système de la numération binaire sont en chiffres *gras*.

(2) Voir mon livre intitulé : *Recherches sur plusieurs ouvrages de Léonard de Pise, et sur diverses questions d'arithmétique supérieure.* 122 pages in-4°. — Rome, 1877.

le système binaire, avec l'unité suivie de 64 zéros, tandis que, dans le système décimal, on a

$$2^{64} = 18446\ 74407\ 37095\ 51616.$$

Il faut deux minutes pour faire le calcul avec l'arithmomètre.

MARCHE ORDINAIRE DU BAGUENAUDIER.

La notation du baguenaudier, indiquée par M. Gros, représente un nombre écrit dans le système de numération binaire; considérons une position quelconque du baguenaudier :

A **1 1 0 1 0 0 0.**

Dans cette position, on peut passer à deux autres : la première, en élevant le premier anneau, à la droite, ce qui donne

B **1 1 0 1 0 0 1;**

la seconde s'obtient en baissant le quatrième anneau, ce qui donne

C **1 0 0 0 1 1 1.**

Dans le premier déplacement, on a augmenté la notation correspondante du système binaire d'une unité; dans le second, on a diminué cette notation d'une unité. Il en est de même pour toute disposition des anneaux. Par conséquent, la marche ordinaire du baguenaudier correspond exactement à la formation successive de tous les nombres écrits dans la numération binaire; on monte le baguenaudier, en formant les nombres, en croissant, à partir de zéro; on démonte le baguenaudier, en suivant l'ordre décroissant des nombres entiers. On observera d'ailleurs que, pour monter le baguenaudier, il suffit de déplacer, en commençant par la droite, le premier anneau représenté par **0**; pour le démonter, au contraire, il faut déplacer le premier anneau à droite représenté par le chiffre **1**.

Pour résoudre le problème général que nous avons posé, c'est-à-dire pour passer d'une disposition quelconque à une autre, on écrit les deux dispositions dans le système binaire, on prend la différence; puis on transforme ce nombre dans le système décimal; on obtient ainsi le nombre minimum de déplacements pour passer de l'une à l'autre position. On effectuera ce changement en montant ou en démontant le baguenaudier, suivant que le premier nombre de la notation est plus petit ou plus grand que le second.

Il est facile, d'après cela, de déterminer le nombre des coups dans la marche complète du baguenaudier de 7 anneaux. Lorsque tous les anneaux sont montés, on a pour la notation

1 0 1 0 1 0 1,

ou, dans le système décimal,

$$2^6 + 2^4 + 2^2 + 1 = 85.$$

Donc, il faut opérer 85 déplacements pour monter ou pour démonter le baguenaudier de sept anneaux, dans la marche ordinaire. De même, pour le baguenaudier de dix anneaux

$$2^9 + 2^7 + 2^5 + 2^3 + 2 = 682.$$

En général, si l'on désigne par P_n le nombre des déplacements nécessaires pour monter ou pour démonter le baguenaudier de n anneaux, on a, pour n pair égal à $2k$,

$$P_{2k} = 2^{2k}\ 2^{2k-1} + 2^{2k-3} + \dots + 2^3 + 2 = \frac{2^{2k+1} - 2}{3},$$

et, pour n impair égal à $2k+1$,

$$P_{2k+1} = 2^{2k} + 2^{2k-2} + \dots + 2^2 + 1 = \frac{2^{2k+2} - 1}{3}.$$

Nous donnons, dans le tableau ci-joint, la figuration des vingt-quatre premiers coups ascendants du baguenaudier de 5, 6 ou 7 anneaux; la colonne n indique la succession des coups dans la marche ordinaire, le tableau contient aussi la figuration des vingt-trois derniers coups du baguenaudier de 7 anneaux; on observera, en effet, que, bien que le baguenaudier soit monté par 85 changements, on peut encore *compliquer l'état de situation* des anneaux, jusqu'au 127ᵉ coup, pour se préparer à monter un huitième anneau. C'est à cette différence entre l'état du baguenaudier monté et du baguenaudier plus compliqué que l'on doit attribuer la divergence des calculs des trois auteurs qui ont écrit sur cet instrument. En général, pour arriver à l'état le plus compliqué du baguenaudier de n anneaux, dans la marche ordinaire, il faut un nombre de dérangements égal au nombre formé par n unités dans le système binaire, c'est-à-dire $2^n - 1$. Ce nombre est précisément le total des combinaisons de n objets pris un à un, deux à deux, n à n, de telle sorte que ce jeu donne la représentation de toutes les combinaisons, sans répétition, des n objets.

MARCHE ACCÉLÉRÉE DU BAGUENAUDIER.

Nous avons encore donné, dans le tableau, une colonne N qui indique le nombre des déplacements dans la marche accélérée. Ce tableau fait voir que la marche accélérée est soumise aux règles suivantes :

1° Lorsque l'on monte le premier anneau, on doit monter en même temps le second;

2° Lorsque l'on a monté les deux premiers anneaux, on doit ensuite baisser le premier.

Le tableau montre, de plus, que huit coups consécutifs de la marche ordinaire, de 1 à 8, de 9 à 16, correspondent à six dans la marche accélérée; par conséquent, si q désigne le quotient, et $r = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7$ ou 0 le reste de la division de n par 8, on a le tableau suivant de correspondance

$n = 8q + 1,2$	$N = 6q + 1$
$n = 8q + 3,4,5$	$N = 6q + 2,3,4$
$n = 8q + 6,7$	$N = 6q + 5$
$n = 8q.$	$N = 6q.$

TABLEAU DES DEUX MARCHES DU BAGUENAUDIER.

N.	n.	BAGUENAUDES.	BINAIRES.	N.	n.	BAGUENAUDES.	BINAIRES.
1	1		0 0 0 0 0 0 1	79	105		1 1 0 1 0 0 1
	2		0 0 0 0 0 1 0		106		1 1 0 1 0 1 0
2	3		0 0 0 0 0 1 1	80	107		1 1 0 1 0 1 1
3	4		0 0 0 0 1 0 0	81	108		1 1 0 1 1 0 0
4	5		0 0 0 0 1 0 1	82	109		1 1 0 1 1 0 1
5	6		0 0 0 0 1 1 0	83	110		1 1 0 1 1 1 0
	7		0 0 0 0 1 1 1		111		1 1 0 1 1 1 1
6	8		0 0 0 1 0 0 0	84	112		1 1 1 0 0 0 0
7	9		0 0 0 1 0 0 1	85	113		1 1 1 0 0 0 1
	10		0 0 0 1 0 1 0		114		1 1 1 0 0 1 0
8	11		0 0 0 1 0 1 1	86	115		1 1 1 0 0 1 1
9	12		0 0 0 1 1 0 0	87	116		1 1 1 0 1 0 0
10	13		0 0 0 1 1 0 1	88	117		1 1 1 0 1 0 1
11	14		0 0 0 1 1 1 0	89	118		1 1 1 0 1 1 0
	15		0 0 0 1 1 1 1		119		1 1 1 0 1 1 1
12	16		0 0 1 0 0 0 0	90	120		1 1 1 1 0 0 0
13	17		0 0 1 0 0 0 1	91	121		1 1 1 1 0 0 1
	18		0 0 1 0 0 1 0		122		1 1 1 1 0 1 0
14	19		0 0 1 0 0 1 1	92	123		1 1 1 1 0 1 1
15	20		0 0 1 0 1 0 0	93	124		1 1 1 1 1 0 0
16	21		0 0 1 0 1 0 1	94	125		1 1 1 1 1 0 1
17	22		0 0 1 0 1 1 0	95	126		1 1 1 1 1 1 0
	23		0 0 1 0 1 1 1		127		1 1 1 1 1 1 1
18	24		0 0 1 1 0 0 0				

Il sera facile de déterminer, dans la marche accélérée, le nombre de coups nécessaires pour passer d'une position à une autre. En particulier si l'on désigne par Q_n le nombre des déplacements dans le montage ou dans le démontage accéléré, on trouve ainsi, suivant que n est impair ou pair

$$Q_{2k+1} = 2^{2k}, \text{ et } Q_{2k} = 2^{2k-1} - 1.$$

C'est le résultat trouvé par M. Parmentier, par une voie différente. On trouverait encore que l'expression

$$3.\,2^{n-2} - 1,$$

représente encore le nombre des coups qui correspondent à l'état le plus compliqué de baguenaudier de n anneaux.

ÉDOUARD LUCAS.

BULLETIN DES SOCIÉTÉS SAVANTES

Académie des sciences de Paris

SÉANCE DU 28 JUIN 1880.

M. le président annonce à l'Académie la mort de M. Lissajous, correspondant pour la section de physique. M. Lissajous avait fait des travaux remarquables en acoustique. Il a créé une méthode, maintenant classique, pour l'étude optique des mouvements vibratoires.

— MM. *Desains* et *Curie* ont cherché à déterminer les longueurs d'onde des rayons calorifiques à basse température. Les auteurs ont opéré en se servant des réseaux dits de Fraunhöfer. Le réseau le plus souvent employé était une nappe de fils métalliques, de 1/8 de millimètre de diamètre, tendus parallèlement et à des distances semblablement égales à 1/8 de millimètre, de telle sorte que l'élément optique du réseau avait une longueur de 1/4 de millimètre. Ce réseau était placé à $0^m,50$ environ d'une fente par laquelle passait un rayon de chaleur obscure, sensiblement homogène, dont la direction était perpendiculaire à celle du réseau. Immédiatement contre celui-ci et du côté de la fente était une lentille de sel gemme d'environ $0^m,25$ de foyer. L'image calorifique de la fente se faisait de l'autre côté de la lentille, à une distance voisine de $0^m,50$ et dont la valeur rigoureuse était calculée d'après la connaissance des indices des rayons employés. En ce point et perpendiculairement au rayon central, on plaçait une règle divisée, le long de laquelle pouvait se mouvoir une pile thermo-électrique dont les déplacements se mesuraient à 1/10 de millimètre près. Les indications du thermoscope étaient nulles tant que la distance de la pile à la position qu'elle occupait (quand elle recevait les rayons d'une flamme sodique) n'atteignait pas 1°; à partir de ce moment, lorsqu'on avançait vers la région de moindre réfrangibilité, les effets thermiques marchaient rapidement vers un maximum pour décroître plus lentement ensuite. Pour une distance angulaire aux rayons du sodium de 46,4, la longueur d'onde a été de 0,00096; pour une distance angulaire de 3,16.4 la longueur d'onde a été de 0,007.

— M. *Berthelot* a déterminé de la manière suivante la chaleur de vaporisation de l'acide sulfurique anhydre. Ce corps, condensé dans un flacon à l'émeri, était déplacé par un courant d'air absolument sec et allait se combiner dans le calorimètre contenant de l'eau distillée. Connaissant la chaleur dégagée et le poids de l'acide sulfurique condensé dans l'eau, on peut facilement calculer la chaleur dégagée par la dissolution d'un équivalent de gaz sulfurique. Mais une portion de l'acide est entraînée à l'état de fumée et forme une sorte de brouillard incoercible, qui contient de l'eau et de l'acide sulfurique. Cette fumée ne renferme plus d'acide anhydre, mais seulement un hydrate liquide. Les résultats suivants ont été obtenus : SO^3 gaz + HO + eau = SO^3, HO étendu. Moyenne de trois expériences : $24^{cal},6$.

La chaleur dégagée par SO^3 solide étant, d'après des mesures antérieures, + 18,7, on en conclut que la vaporisation de l'acide sulfurique anhydre cristallisé ($SO^3 = 40^{gr}$), vers 18°, absorbe — 5,9; soit pour S^2O^6 : — 11,8, chiffre fort voisin de la chaleur absorbée par la vaporisation du même volume d'eau H^2O^2 solide à 0° (— 12,3).

— M. *Villarceau* communique quelques observations sur les régulateurs à ailettes. Un progrès considérable a été réalisé. Ce progrès est dû à un perfectionnement dans la construction du régulateur et à des améliorations dans l'établissement du cylindre enregistreur des vitesses de rotation. Les erreurs moyennes d'isochronisme ont été d'un quinze millième, un dix-huit millième et un quarante millième.

— M. *A. Milne-Edwards* donne quelques détails sur une nouvelle espèce du genre Dasyure, mammifère de la Nouvelle-Guinée. Le carnassier, désigné sous le nom de *Dasyurus fuscus*, est plus petit que les Dasyures précédemment connus. Sa taille est celle d'un gros rat (depuis le museau jusqu'à la base de la queue : $0^m,23$). Son pelage est d'un brun foncé, clair sur les flancs et les côtés de la tête. La gorge, la poitrine et le ventre sont jaunâtres. Les pattes antérieures portent cinq doigts armés d'ongles aigus. Le premier doigt est le plus petit de tous. Le pied postérieur est pourvu d'un pouce très correct et sans ongle. Le *Dasyurus fuscus* a été trouvé sur les monts Arfak à l'entrée de la baie de Gelwinck sur la côte de la Nouvelle-Guinée, et le Muséum d'histoire naturelle en a fait l'acquisition.

— MM. *de Quatrefages* et *Hamy* présentent un travail important sur la crâniologie des races nègres africaines dolichocéphales. Les nègres dolicocéphales occupent une étendue de beaucoup la plus considérable dans l'aire géographique dévolue à la race entière sur le continent africain. Considérés dans leur ensemble, ils présentent une assez grande homogénéité quant aux caractères les plus essentiels; mais les différences d'habitat et le mélange d'éléments étrangers ont fait varier dans des limites parfois assez étendues les caractères secondaires, tant extérieurs qu'anatomiques. Par suite, on a pu déjà reconnaître dans cet ensemble un certain nombre de groupes distincts, groupes qui se multiplieront. Il faut placer en tête le groupe *soudanien*, qui, au moins à certains égards, présente la réalisation la plus complète du type général. Ce groupe occupe tout l'espace compris entre le Sahara au nord, la Sénégambie à l'ouest, la Guinée au sud, la vallée supérieure du Nil à l'est. On peut le partager en Soudaniens occidentaux et orientaux. La capacité crânienne moyenne des Soudaniens occidentaux est de 1300^{cc} seulement. Elle est probablement inférieure à celle de toutes les autres races nègres du même type. Leur indice céphalique moyen descend à 69,78. Aucune autre race nègre africaine

ne présente une dolichocéphalie aussi prononcée, sauf peut-être le groupe des Sérères-Ouolofs (69,79). Les Soudaniens orientaux rentrent dans le type précédent; seulement, quelques-uns des traits les plus caractéristiques s'atténuent. Ainsi la dolichocéphalie est moins accentuée, par suite à la fois du raccourcissement et de l'élargissement du crâne; le prognatisme est un peu moins accusé. On peut rattacher aux Soudaniens orientaux les nègres qui habitent les rives du haut Nil et des grands lacs d'où sort ce fleuve. D'ailleurs il y a une très grande variété dans les races, et les mélanges ethniques sont considérables. L'Afrique n'est pas, en effet, cette terre immobile qu'on se figure d'ordinaire. Ce continent a eu, comme les autres, ses grands mouvements de peuple et de races. En particulier, un courant, tantôt lent, tantôt plus ou moins rapide, qui paraît dater de plusieurs siècles, entraîne les populations nègres de l'intérieur, placées au nord-est du golfe de Guinée et les amène vers la côte. Nulle part mieux qu'au Gabon, l'on ne peut apprécier la nature et l'importance du mouvement qui pousse les populations de l'est à l'ouest. Ici les Gabonais ont subjugué et absorbé les Négrilles, Akoas et autres; puis les Bakalés les ont poussés vers l'ouest, et ces derniers sont à leur tour refoulés par les Fans, qui arrivent de l'intérieur sur un front de bandière évalué par quelques voyageurs à près de 400 kilomètres.

Les Cafres ne sont pas un élément ethnique simple, comme on le croit à tort, mais un mélange d'éléments nègres et boschismans compliqués d'éléments arabes et même d'éléments mélais. Ce mélange se retrouve aussi dans l'île de Madagascar. Les Bosjesmans sont les véritables indigènes de l'Afrique méridionale; les Hottentots, les Koranas, les Gonaquas, les Namaquas ne sont autre chose que des métis de cette race, croisée à divers degrés avec la race nègre. Aussi voit-on quelques-uns des caractères de celle-ci reparaître par suite du mélange. La dolichocéphalie s'accentue davantage et l'hypsisténocéphalie reparaît. En outre, chez les Namaquas, le prognatisme atteint les plus fortes dimensions connues.

— M. *Marès* écrit à M. Dumas une lettre relative au traitement du phylloxera par le sulfocarbonate de potassium. Il faut faire l'application de cet insecticide sur la superficie *totale* des vignobles atteints.

— M. *de Lesseps* lit une lettre de M. Pedro Sora, ingénieur qui dirige les opérations préparatoires pour l'exécution du canal interocéanique. On a calomnié la salubrité de l'isthme de Panama qui est au contraire un pays très sain.

— M. *Bouley* affirme que les quarantaines ne sont pas des mesures hygiéniques inutiles, ainsi que semble le penser M. de Lesseps.

— M. *Gostynski* présente un nouveau galvanomètre qui se distingue de tous ceux que l'on connaît par l'assemblage de deux systèmes astatiques de même sens. Le principal avantage de cet appareil consiste dans la proportionnalité qu'on peut étendre jusqu'à près de 90°, ce qui dispense de la construction des tables.

— M. *Callandreau :* Sur des transcendantes qui jouent un rôle important dans la théorie des perturbations planétaires.

— MM. *Lebon* et *Noël* ont réussi à extraire de la fumée du tabac : 1° de l'*acide prussique*; 2° un *alcaloïde* à odeur agréable, mais dangereux à respirer et aussi toxique que la nicotine, puisqu'il tue les animaux à la dose de 1 vingtième de goutte; 3° des *principes aromatiques* encore indéterminés, qui contribuent, avec l'alcaloïde précédent, à donner à la fumée du tabac son parfum. C'est autant aux substances qui viennent d'être mentionnées qu'à la nicotine que la fumée du tabac doit les propriétés toxiques attribuées uniquement jusqu'ici à la nicotine. L'alcaloïde signalé paraît être identique à la collidine.

— M. *Lechat* présente une note sur les vibrations à la surface des liquides; voici ses principales conclusions : 1° les figures de la surface liquide en vibration sont exactement celles que donne la théorie mathématique. Il y a donc, sous ce rapport, accord complet entre la théorie et l'expérience; 2° la supposition de Lagrange, d'après laquelle, au delà d'une profondeur très faible du liquide, l'influence de la profondeur serait nulle sur les mouvements à la surface est inadmissible; 3° l'influence de la profondeur du liquide sur les vibrations à la surface est, au contraire, complètement d'accord avec la théorie, dans laquelle on ne fait aucune supposition sur la valeur de cette profondeur.

— M. *Ricard* appelle l'attention sur certaines relations entre le mode majeur et le mineur dans la gamme accordée suivant le tempérament égal. On obtient des effets intéressants en *inversant* un air. Ces observations paraissent devoir jeter quelque lumière sur l'interprétation, si obscure encore, des modes majeur et mineur.

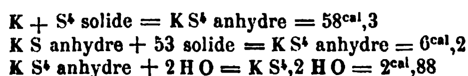
— M. *Reynier* présente une pile hydro-électrique, comparable, comme énergie, aux couples à acide nitrique dont elle n'a pas les inconvénients. Le zinc plonge dans une solution de soude caustique. La cloison poreuse est en papier parcheminé. Le nouveau couple rectangulaire de $0^{m},20$ surpasse en énergie les plus grandes piles à sulfate de cuivre et sulfate de zinc; il est environ deux fois plus fort que le couple Bunsen ordinaire et n'est surpassé que par le couple Bunsen rectangulaire (modèle Ruhmkorff). D'ailleurs, M. Becquerel père avait employé déjà une pile analogue.

— M. *Farkas :* Sur l'application de la théorie des sinus des ordres supérieurs à l'intégration des équations différentielles linéaires.

— M. *Ader* a étudié les effets mécaniques produits dans un noyau magnétique soumis à l'action aimantante d'un courant électrique. Ses mesures ont démontré ce principe important que tous les barreaux de nature magnétique soumis à une action mécanique de compression, de torsion, ou de traction, tendent à reprendre leur disposition moléculaire primitive sous l'influence du courant qui les aimante. Si on calcule la quantité dont se modifie la longueur du noyau magnétique sous l'influence d'une fermeture momentanée du courant, on reconnaît qu'elle est moindre de 1 dixmillionième de mètre. Elle est la plus grande avec les effets de torsion et la moins grande avec les effets de traction.

— M. *H. Fraysseix,* pour remédier aux perturbations produites dans la boussole par l'action des masses de fer du navire, a cherché à élever le compas d'habitacle à une certaine hauteur au-dessus du pont. A l'aide d'une disposition optique ingénieuse, il a pu arriver à résoudre ce double problème : placer le compas de route au-dessus du pont, à la hauteur voulue pour qu'il devienne insensible à l'action du navire; trouver le moyen d'avoir constamment devant les yeux, à portée de la barre, les mouvements de ce compas indépendant.

— M. *Sabatier,* poursuivant ses études thermochimiques sur les sulfures alcalins, a trouvé les résultats suivants :



$$\text{K} + \text{S}^4 \text{ solide} = \text{K S}^4 \text{ anhydre} = 58^{\text{cal}},3$$
$$\text{K S anhydre} + \text{53 solide} = \text{K S}^4 \text{ anhydre} = 6^{\text{cal}},2$$
$$\text{K S}^4 \text{ anhydre} + 2\,\text{H O} = \text{K S}^4,2\,\text{H O} = 2^{\text{cal}},88$$

Quand on mélange dans le calorimètre deux liqueurs diluées de monosulfure et de tétrasulfure, on ne constate aucun effet thermique sensible, quelles que soient les proportions employées. Il faut en conclure que, dans les solutions étendues, les équivalents successifs de soufre sont dissous sensiblement avec la même quantité de chaleur. C'est ce que vérifie d'ailleurs l'étude directe. Les équivalents successifs de soufre se dissolvent dans le sulfure de sodium étendu, en dégageant environ $+ 0^{cal},8$ pour 1 équivalent, quantité d'ailleurs assez petite, et cette valeur est la même pour les tétrasulfures de potassium et de sodium.

— M. *G. Bouchardat* donne des détails intéressants, mais dont nous ne pouvons donner ici que le résultat, sur la transformation de l'amylène et du valérylène, en cymène et en carbures benzéniques.

On peut transformer le carbure $C^{20} H^{16}$, divalérylène polymère du valérylène, en cymène et en sulfocyménate de baryte. On obtient ainsi synthétiquement des composés que l'on considère comme des dérivés immédiats de la benzine, en partant de l'alcool amylique. Les quantités de cymène et de sulfocyménate de baryte, préparées en partant de ce carbure particulier $C^{20} H^{16}$, sont comparables à celles que le même chimiste a pu obtenir en appliquant les mêmes méthodes à des poids égaux d'essence de térébenthine.

— M. *Villiers* étudie les effets de l'éthérification de l'acide iodhydrique et de l'acide chlorhydrique. L'éthérification de l'acide iodhydrique se fait beaucoup plus vite que celle de l'acide bromhydrique; elle cesse à partir d'une certaine limite de dilution, limite qui s'élève avec la température.

	Coefficient d'éthérification après 637 jours à la température ordinaire.	Limites à 44°.	Limites à 100°.
$\frac{1}{10}$ HI + $C^4 H^6 O^2$	61,0	69,9	85,5
» + 2 HO	4,0	15,6	27,3
» + 10 HO	0	4,5	9,3

Les limites sont plus élevées que dans le cas de l'acide bromhydrique; l'éthérification peut se produire dans des solutions contenant des proportions d'eau en présence desquelles l'acide bromhydrique ne s'éthérifie pas. L'acide chlorhydrique s'éthérifie beaucoup plus lentement que les deux autres hydracides, et aussi que les acides organiques. La limite où cesse l'éthérification paraît comprise entre les dilutions représentées par les formules HCl + 4 HO et HCl + 5 HO. Or HCl + 4 HO est précisément la formule du premier hydrate de l'acide chlorhydrique, hydrate défini, ainsi que l'ont montré MM. I. Pierre et Puchot en le faisant cristalliser à basse température.

— MM. *Alb. Levallois* et *Saint-Meunier* ont analysé une substance cristalline produite aux dépens des parois d'un four continu où on cuit la chaux de Champigny. Le revêtement de ce four, chauffé à l'oxyde de carbone, avait éprouvé l'action de 1200 à 1300° c, pendant une durée de vingt-huit mois consécutifs.

Soumise à l'analyse, cette substance cristalline a donné :

Chaux	97,3	96,5
Eau hygroscopique	»	1,9
Matière insoluble (quartz)	»	0,8
		99,2

Elle consiste donc en oxyde anhydre de calcium cristallisé, et c'est probablement la première fois qu'on ait eu l'occasion d'observer ce composé. Sa densité est égale à 3,32.

— M. *Tachini*, en faisant l'analyse chimique et microscopique des pluies de sable ferrugineux tombées à Palerme, Termini et Naples, a pu démontrer que la poussière du siroco en Sicile vient du grand désert d'Afrique. Cette analogie paraît certaine; mais on ne saurait dire si le fer nickelé mêlé au sable est d'origine terrestre ou cosmique.

— M. *Villot* donne des détails intéressants sur les mœurs et l'organisation des *gordius*, ou dragonneaux. La première forme larvaire des dragonneaux diffère beaucoup de celle des nématoïdes. Chez ces derniers, y compris les genres aberrants, l'embryon et la larve sont représentés par le type de l'anguillule (*rhabditis*). On ne peut rattacher à ce type la larve du *gordius*. L'ordre des gordiacés, tel qu'il a été établi par Von Siebold, ne saurait donc être conservé par les zoologistes, qui attachent aujourd'hui la plus grande importance aux caractères fournis par l'embryogénie et la morphogénie. Les deux périodes larvaires comprennent chacune deux phases bien distinctes, celle du parasitisme et celle de la vie aquatique; mais ces deux phases ne se présentent pas chaque fois dans le même ordre. Sous sa première forme larvaire, le jeune *gordius* passe de la vie aquatique à l'état de parasite; sous sa seconde forme larvaire, il abandonne son hôte pour retourner dans l'eau. Les deux phases du parasitisme, bien que se succédant immédiatement, diffèrent essentiellement l'une de l'autre. Tant que dure la première, le jeune ver, enfermé dans son kyste, reste immobile et ne paraît prendre aucune nourriture, aucun accroissement. Pendant la seconde, au contraire, il est libre, vit aux dépens de son hôte et se développe très rapidement.

Les larves des *gordius* ne choisissent point leur hôte. Elles s'enkystent et se développent chez les animaux les plus différents (batraciens, poissons, crustacés, arachnides, insectes et mollusques). Les poissons sont les animaux qui hébergent ces larves le plus souvent et en plus grand nombre.

Les *hôtes normaux* des dragonneaux sont tous des animaux exclusivement ou temporairement aquatiques. L'eau est, en effet, le milieu normal des *gordius*. C'est dans l'eau qu'ils deviennent adultes et qu'ils se reproduisent. C'est dans l'eau que leurs larves vivent tout d'abord au sortir de l'œuf, et c'est encore dans l'eau que doit s'effectuer leur migration.

— M. *Pichard* signale l'existence d'un acarien du genre *Trombidium* qui se loge dans les galles du phylloxera, et qui paraît se nourrir en suçant le corps des phylloxeras, pendant la ponte. Peut-être ce chétif insecte est-il appelé à détruire le terrible ennemi de nos vignobles.

— M *Dieulafait* a reconnu que le zinc existe dans toutes les roches de formation primordiale, dans les schistes lustrés d'âge paléozoïque, dans les mers, — les eaux de la Méditerranée contiennent $0^{gr},002$ par mètre cube, — dans les boues des estuaires marins, dans les dépôts salifères et dolomitiques.

En rappelant la concentration du zinc dans les schistes carbonifères et dans les horizons salifères du trias, on se trouve naturellement amené à cette conclusion que le zinc aujourd'hui réuni dans ces gisements a été extrait des roches primordiales par l'action des eaux marines, s'est concentré une première fois dans des dépôts d'estuaires où il a été repris plus tard par des eaux qui l'ont redissous et transporté ailleurs.

— M. *Filhol,* en explorant les gisements de phosphate de chaux du Quercy (éocène supérieur), a découvert des mammifères fossiles nouveaux, un insectivore offrant des caractères intermédiaires à ceux des *trinaceus* et des *gymnurus,* un carnassier à prémolaires énormes, comme celles des dasyures, trois nouveaux pachydermes à dents continues, une nouvelle espèce de lémurien, un nouveau genre d'édenté d'énorme taille, car le troisième métacarpien, seul vestige qu'on ait de lui, mesure 0m,180 de longueur.

— M. *Peuch* a cherché à étudier cette question obscure, importante et controversée de la transmissibilité de la tuberculose par le lait. Le lait d'une vache phtisique a été donné à deux porcelets et deux lapins. Un des porcelets (ayant consommé environ 55 litres de lait en 35 jours) est sacrifié, et on trouve des granulations tuberculeuses dans le poumon. L'autre est sacrifié après 93 jours d'alimentation avec le lait tuberculeux (il prenait environ 3 litres par jour). Le foie, les intestins, les ganglions lymphatiques et les poumons sont farcis de granulations tuberculeuses. Il est vrai qu'un autre porc pris comme témoin et n'ayant pas reçu de lait tuberculeux a présenté aussi à l'autopsie des granulations tuberculeuses. Avec les lapins, l'expérience est plus nette; les deux lapins qui avaient bu du lait infecté sont morts tuberculeux, tandis qu'un troisième, pris comme témoin, n'eut aucune altération analogue.

— A la suite de cette communication, M. *Bouley* fait remarquer que le lait non bouilli est seul capable de produire ces accidents. M. Toussaint, professeur à l'École vétérinaire de Toulouse, a rendu des porcs tuberculeux, en leur injectant sous la peau du jus de viande provenant d'animaux tuberculeux. *Il résulte de ces faits* qu'au point de vue de l'hygiène publique il faut sévèrement probiber la viande des animaux tuberculeux.

ASSOCIATION SCIENTIFIQUE FRANÇAISE

Voici les principales communications annoncées pour 1880 (Congrès de Reims):

1er Groupe. — Sciences mathématiques.

Barbarin, professeur au lycée de Nice. — Sur la puissance d'un point par rapport à une conique.
— Sur la détermination d'une surface connue enveloppée d'un plan mobile.
Bazaine (A.), ingénieur civil. — Étude sur l'influence des irrigations sur l'altitude des nappes souterraines et application à la plaine de Gennevilliers.
Berdellé, garde général des forêts. — Sur les réformes à introduire dans l'enseignement primaire de l'arithmétique.
Bergeron (Ch.), ingénieur civil. — Réforme dans la pose et l'entretien de la voie des chemins de fer.
— Coupure des bancs de sable qui barrent l'entrée des ports de mer, de manière à rendre ceux-ci accessibles aux navires du plus fort tonnage.
Blot, vérificateur des poids et mesures. — Sur la grosseur de la lune à l'horizon.
Bouquet de La Grye, ingénieur hydrographe de la marine. — Nouvelle méthode de nivellement géométrique.
Broch, professeur à l'Université de Christiania. —Sur diverses questions de mathématiques.
Byrknès, professeur à l'Université de Christiania. — Expériences sur les vibrations isochrones des fluides tenant en suspension les corps vibrants.
Casey (R.-J.), de l'Université de Dublin. — Sur les équations des cercles circonscrits aux polygones d'un nombre quelconque de côtés.
— Sur les transformations par les courbes du troisième degré.
Casorati, professeur à l'Université de Pavie. — De l'application du calcul des différences finies à plusieurs recherches sur les fonctions de variables continues.
Catalan, professeur à l'Université de Liège. — Sur une suite de polynômes entiers.
— Sur les nombres de Bernoulli.
Cayley, professeur à l'Université de Cambridge. — Note sur les courbes unicursales de l'espace.
Collignon, ingénieur en chef des ponts et chaussées. — Diverses questions de géométrie et de mécanique.
Cotard (Ch.), ingénieur, ancien élève de l'École polytechnique. — Le régime des eaux et les travaux publics.
— Voies navigables et canaux d'irrigation.
Darboux, professeur suppléant à la Faculté des sciences. — Sur les fonctions des grands nombres.
Durand-Claye (A.), ingénieur des ponts et chaussées. — Température des eaux souterraines pendant les derniers grands froids (eaux d'égout et nappes naturelles).
— L'assainissement de Paris, d'après les derniers votes du Conseil municipal (1880).
— Les travaux des ponts et chaussées et l'hygiène publique; desséchements et assainissements des Landes, de la Sologne, des Dombes, du Forey.
Du Rieux (E.), ingénieur civil à Lille. — Projet de distribution d'eau potable de la ville de Douai.
Escary, professeur au lycée de Tarbes. — Intégration sous forme finie des formules de Fresnel relatives à l'intensité et à l'anomalie, dans la diffraction de la lumière.
Fargue, ingénieur en chef du service maritime de la Gironde. — Les travaux d'amélioration de la navigation de la Garonne.
Gasparis (de), directeur de l'Observatoire de Naples. — Développement en séries ordonnées suivant les anomalies moyennes exprimées en parties du rayon : 1° de l'inverse du cube de la distance de deux planètes; 2° des dérivées partielles de la fonction perturbatrice; 3° de la fonction perturbatrice.
Genty, ingénieur des ponts et chaussées à Oran. — Sur l'application des quaternions aux complexes des deux premiers ordres.
Gilbert (Ph.), professeur à l'Université de Louvain. — Équilibre et mouvement d'un point pesant sur un cercle tournant autour d'un axe vertical.
— Sur la composition des accélérations d'ordre quelconque.
— Sur divers problèmes de mouvement relatif et en particulier sur le tore pendule de M. Père.
— Nouvelles démonstrations expérimentales du mouvement de la terre.
— Généralisation d'un théorème de Jacobi sur l'intégration des équations aux dérivées partielles.
Glaisher, professeur à l'Université de Cambridge. — Sur les fonctions elliptiques.
Gros (Ch.), de Rodez. — Le télégraphe hydrostatique.
Henry (C.). — Sur divers points de l'histoire des mathématiques et sur les travaux de Fermat.
Laquière, ancien élève de l'École polytechnique. — Sur une solution singulière des carrés magiques.
— Constructions géométriques sur les systèmes de cercles et de sphères.
— Sur les propriétés des cyclides.
Longchamps (de), professeur de mathématiques spéciales au lycée Charlemagne. — Sur les séries récurrentes proprement dites et sur un théorème de Lagrange.
Lucas (Edouard), professeur de mathématiques spéciales au lycée Saint-Louis. — Théorie mathématique du taquin et sur divers théorèmes de la géométrie de situation.
— Sur de nouvelles formes linéaires et sur la double décomposition des fonctions cyclotomiques.
— Sur les méthodes à suivre dans l'enseignement des mathématiques en général et sur de nouveaux procédés d'investigation dans l'arithmétique supérieure.
Marsilly (le général de). — Sur la communication du mouvement dans un milieu rationnellement distribué.
Perrier, membre de l'Institut et du bureau des longitudes. — Sur la liaison géodésique et astronomique de l'Espagne avec l'Algérie.
Pifre (Abel). — Les appareils pour utiliser la chaleur solaire.
Poillon (L.), ingénieur constructeur. — Sur la pompe Greindl.
Ricci (le général marquis), lieutenant général en retraite. — Sur les nivellements de précision qu'on a entrepris en Italie.
Salanson, directeur de l'usine à gaz de Nîmes. — Nouvelle applica-

tion des méthodes Lalanne pour le calcul des expériences photométriques.

Schoute (Dr), professeur à la Haye. — Sur la transformation conjuguée dans l'espace.

— Sur un problème des courbes de sûreté.

— Sur un problème de plus courtes distances.

Simon (Ch.), professeur au lycée Louis-le-Grand. — Sur un théorème de Lagrange concernant les passages de Vénus sur le disque du soleil.

Sylvester, professeur à l'Université de Baltimore. — Sur les fonctions cyclotomiques et sur les formes cubiques indéterminées.

Yung (C.), de l'Institut technique de Milan. — Nouvelle méthode pour déterminer les coefficients d'une certaine classe de formules empiriques.

2e Groupe. — Sciences physiques et chimiques.

Angot, météorologiste titulaire au bureau central météorologique de France. — Sur la mesure des hauteurs au moyen du baromètre.

— Sur les baromètres anéroïdes.

Baillehache (de). — Sur un nouvel appareil imprimeur à rouet mécanique.

— Sur une lampe électrique à butée et à intersection de charbons rendant la lumière fixe.

— Sur un système nouveau de piles donnant toujours la même intensité.

— Sur une balance à mesurer la force électro-motrice des générateurs d'électricité.

— Sur le commutateur français pour relier ou isoler à volonté différentes directions.

— Graphique des trains en marche donné électriquement par les trains eux-mêmes.

Bertin, sous-directeur de l'École normale. — Sur les miroirs magiques.

Borius (le Dr). — L'hiver de 1879-1880 dans l'île d'Indret (Loire-Inférieure).

— Sur le climat de Tonkin, d'après les observations météorologiques faites au poste français de Hanoï par M. Hamon, médecin aide-major de l'infanterie de marine.

Bouquet de la Grye, ingénieur hydrographe de la marine. — Étude sur les phénomènes périodiques dépendant de causes extra-terrestres.

Bouvet. — Climatologie de la Bretagne.

Bricka (Scipion), de Montpellier. — Étude sur le projet de construction d'un observatoire météorologique sur le mont Aigoual.

Cousté, ancien directeur de la manufacture des tabacs. — Sur la loi des tempêtes.

Hébert. — Sur les grands mouvements de l'atmosphère.

Janssens, membre de l'Institut, directeur de l'Observatoire physique de Meudon. — Études sur la photosphère du soleil.

— Études sur les phénomènes photographiques.

— Sur une nouvelle méthode qui donne la photographie de la photosphère.

Leblanc, professeur à l'École professionnelle de Reims. — De l'enseignement de la chimie élémentaire.

— De l'emploi des eaux calcaires en industrie, traitement préalable de ces eaux.

— Des variations du pouvoir éclairant des gaz pendant son parcours à travers le réseau de canalisation.

— Eau de seltz ferrugineuse.

Lespiault, professeur à la Faculté des sciences de Bordeaux. — Sur le caractère exceptionnel de l'hiver 1879-1880 et sur les particularités que présentent les cartes du temps pendant cette période.

Lorin. — Préparation de chimie industrielle et de physique générale à l'École centrale.

— Étude préliminaire de l'action des acides.

— Caractéristique nouvelle des nitrates.

Masson, pharmacien à Épernay. — Les matières colorantes et albuminoïdes de l'urine.

Mercadier, ingénieur des télégraphes, répétiteur à l'École polytechnique. — Sur l'utilisation des sources lumineuses intenses pour produire des signaux intermittents.

— Sur le magnétisme rémanent des électro-aimants.

Nivoit, ingénieur des mines à Mézières. — De l'acide phosphorique dans les terrains de transition et dans les lias des Ardennes,

Ragona, directeur de l'Observatoire de Modène (Italie). — Questions diverses de météorologie.

Rougerie, archiprêtre de Rochechouart. — Exposé sommaire des grands mouvements atmosphériques observés à la surface du globe et dans les couches inférieures de l'atmosphère.

— Exposé des courants atmosphériques observés à la surface de l'Atlantique nord.

Salanson, directeur de la compagnie l'Union des gaz, à Nîmes. — Abaque pour le calcul des expériences photométriques, d'après la méthode Dumas et Regnault.

Teisserenc de Bort (L.). — Étude sur les causes qui déterminent la circulation générale de l'atmosphère.

Viguier (H.), professeur à la Faculté des sciences de Montpellier. — Sur les diverses théories de la grêle.

— Études des phénomènes atmosphériques dans le midi de la France et leurs rapports avec les lois de la géographie physique.

3e Groupe. — Sciences naturelles.

Arbaumont (d'), membre de l'Académie de Dijon. — Sur l'anatomie des Ampélidées.

Aubriot, médecin au Gault-en-Forêt. — Des silex taillés de la vallée du Petit-Morin.

Barrois (Dr Ch.), de Lille. — Sur les Kersantites récentes des Asturies.

— Sur la géologie de la Bretagne.

Berthelin (G.), à Courtenot (Aube). — Sur des foraminifères fossiles du calcaire grossier de la Marne.

Bleicher. — Application de la géologie microscopique à l'archéologie préhistorique.

— Études de géologie comparée sur le terrain quaternaire d'Italie, d'Algérie, du Maroc et de l'est de la France.

M. Brouardel, professeur à la Faculté de médecine. — Sur le développement spontané des alcaloïdes cadavériques, considérés au point de vue de la médecine légale.

Carret (Dr Jules), de Chambéry. — Accroissement de la taille dans le département de la Savoie.

— Procédé pour enregistrer les mesures crâniennes.

— Études sur les Savoyards.

Cartailhac (E.), directeur de la revue : *Matériaux pour l'histoire primitive de l'homme.* — Les sépultures de l'âge de la pierre dans le midi de la France.

Chantre (Ernest), sous-directeur du Muséum d'histoire naturelle de Lyon. — L'âge du bronze en Italie, carte et statistique.

Chauveau, directeur de l'École vétérinaire de Lyon, correspondant de l'Institut. — De l'infection bactéridienne.

— Nouvel enregistreur universel.

M. Cotteau, ancien président de la Société géologique de France. — Échinides de l'étage turonien d'Algérie.

Coudereau (Dr), de Paris. — Évolution des glandes gastriques chez les mammifères.

Duguet, professeur agrégé à la Faculté de médecine de Paris. — Sur les kystes hydatiques du bassin.

Dujardin-Beaumetz, médecin des hôpitaux, membre de l'Académie de médecine. — Recherches expérimentales sur l'action toxique des alcools (alcoolisme aigu, alcoolisme lent).

Gallard (T.), médecin des hôpitaux. — Étude sur l'action de l'électricité dans le traitement des tumeurs fibreuses de l'utérus.

Galliet (Dr), de Reims. — Extraction de la cataracte. — Iridotomie.

— Calculs urinaires; extraction par la taille périnéale.

Gauthier. — Les Échinides fossiles du département des Bouches-du-Rhône.

Gayat-Wecker (Dr), de Saint-Raphaël. — Structure et mouvements des moignons qui résultent de l'énucléation du globe oculaire.

— Des pigments de l'œil chez quelques céphalopodes de la baie de Saint-Raphaël (Méditerranée).

Grad (Ch.), député au Reichstag. — Sur les réservoirs d'eau dans les vallées des Vosges et la régularisation des rivières de l'Alsace.

— Recherches sur les glaciers du Groënland.

Heckel (le Dr Ed.), professeur à la Faculté des sciences de Marseille. — Recherches physiologiques concernant l'action de l'électricité sur la germination.

— Divers cas de pilosisme chez quelques végétaux accompagnés de monstruosités dans la fleur.

— De l'influence des hautes températures humides sur la germination.

Henrot (Henri), professeur suppléant à l'École de médecine de Reims. — Des lésions trophiques viscérales et osseuses consécutives à l'hypertrophie du grand sympathique.

— De la réduction de l'étranglement interne par le taxis abdominal.

JAVAL (le Dr). — La lecture et l'hygiène de la vue.

JOUSSET DE BELLESME (Dr), professeur à l'École de médecine de Nantes. — Recherches expérimentales sur les fonctions des stigmates.

— Remarques physiologiques sur un instrument préhistorique en silex.

LANTIER (Dr E.), de Corbigny. — Parallèle entre la méthode antiseptique du professeur Lister et la méthode conservatrice du docteur Lantier, envisagée au point de vue de la doctrine et de la pratique du traitement antiseptique balsamo-pneumatique.

LE BON (Dr), de Paris. — Sur l'existence dans la fumée du tabac de notables proportions d'acide prussique et sur l'existence d'un nouvel alcaloïde aussi toxique que la nicotine; description des méthodes employées pour isoler et doser ces substances.

LE BON et G. NOEL (les Drs). — Les variations fonctionnelles du système nerveux; recherches expérimentales sur une nouvelle méthode d'étude de ces variations et de son application à l'anthropologie et à la médecine.

LEMOINE, professeur à l'École de médecine de Reims. — Sur l'organisation des branchiobdelles.

— Sur les ossements fossiles des environs de Reims.

— Atlas des caractères spécifiques des plantes des environs de Paris et de Reims.

— Champignons des environs de Reims.

LEUDET, directeur de l'École de médecine de Rouen. — De l'hydropéritonie et de l'ascite aux diverses époques de la tuberculisation.

LIVON (Dr), de Marseille. — Recherches sur la structure des organes digestifs des poulpes.

LUTON, professeur de clinique médicale à l'École de médecine de Reims. — Les injections sous-cutanées à effet local, depuis 1875.

— L'alcoolisme au point de vue des formes larvées et de la médication strychnique.

MER, garde général des forêts. — Du développement de la constitution et des fonctions des poils radicaux.

— Des variations de forme et de structure qu'éprouvent les racines, suivant les milieux.

MERGET (A.), professeur à la Faculté de médecine de Bordeaux. — Mécanisme des échanges gazeux dans la respiration des animaux et des végétaux aquatiques.

MORTILLET (G. de), professeur à l'École d'anthropologie, attaché au musée de Saint-Germain. — Classification et chronologie des haches de bronze.

MOUGIN (Dr), de Vitry-le-Français. — Études sur les maladies épidémiques de l'arrondissement de Vitry-le-Français.

NICAISE (Auguste), de Châlons. — Étude sur les découvertes de l'époque du bronze dans la région de l'Est (Marne, Aube, Aisne, Seine-et-Marne et Seine-et-Oise).

— Étude sur la grotte dolmen de la garenne de Verneuil, près Dormans (Marne).

ONIMUS (Dr). — Considérations physiologiques et orthopédiques sur le rôle de l'avant-pied.

PAUL (Dr Constantin), membre de l'Académie de médecine. — Du traitement du tremblement et d'une manière générale de l'incoordination du mouvement par les bains galvaniques.

PERON. — Observations sur le terrain crétacé des environs de Reims et fossiles qu'on y rencontre.

PÉRON, sous-intendant militaire. — Étude sur la faune fossile de la craie des environs de Reims.

PERRON (E.). — Les tumuli d'Apremont et de Mercey-sur-Saône; couronnes, colliers et parures en or, objets étrusques.

PIGORINI LUIGI, directeur du musée préhistorique de Rome. — Développement des collections et études préhistoriques en Italie.

POUCHET, professeur au Muséum d'histoire naturelle. — Sur la moelle des os et la dégénérescence hémoglobique des cellules médullaires.

— Sur un embryon d'éléphant.

QUÉLET (Dr), lauréat de l'Académie des sciences. — Quelques espèces critiques ou nouvelles de la flore mycologique de France.

QUINQUAUD, médecin des hôpitaux de Paris. — Nouveau procédé de dosage des matières albuminoïdes.

— Études sur l'hémoglobine inerte et sur l'hémoglobine active.

— La thérapeutique et l'arthritisme nerveux.

RICHON (Dr Ch.), à Saint-Amand-sur-Fion. — Énumération des travaux botaniques faits jusqu'à ce jour dans le département de la Marne.

— Catalogue des plantes cryptogames (Fungi), qui y ont été récoltées.

— Iconographie des hymenomycètes de France.

— Présentation d'un album iconographique des champignons de l'est de la France (1800 espèces).

— Liste des plantes phanérogames trouvées dans l'arrondissement de Vitry-le-Français; supplément au catalogue de M. le comte de Lambertye.

— Catalogue des mousses récoltées et mises en herbier par M. Thiébault, de Vitry-le-Français.

SOUCHÉ (B.). — Inventaire préhistorique de l'arrondissement de Melle (Deux-Sèvres).

TOPINARD (Dr), sous-directeur du laboratoire d'anthropologie de l'École des hautes études. — Des différents diamètres transverses de la face.

VAUTRIN DE GIFFAUMONT. — Étude sur la topographie et l'hygiène du canton de Saint-Remy-en-Rougemont.

WEISGERBER (Dr). — Voyage anthropologique au Sahara (1880).

4e GROUPE. — SCIENCES ÉCONOMIQUES.

AURIOL. — Utilisation de l'appareil solaire de M. Mouchot, pour l'élévation et la distribution des eaux d'irrigation.

BOUVET, administrateur de l'école La Martinière à Lyon. — Des écoles professionnelles.

BROUSSET (P.), négociant à Cette. — Le régime des boissons.

CARPENTIER (E. de). — Terrains crayeux de la Champagne : leur plantation envisagée comme opération financière; améliorations introduites, vœux et réformes.

CHESNEL (E.). — Les écrémeuses à force centrifuge.

CHOISY (A.), ingénieur des ponts et chaussées. — Exploration du Sahara en vue de l'établissement du chemin de fer transsaharien projeté.

COUDREAU (A.), professeur de sciences économiques à l'École professionnelle de Reims. — La colonisation du désert et l'extinction du paupérisme.

— Le transsaharien, sa valeur stratégique.

— Essai sur la sociologie des races désertiques.

DEHÉRAIN (P.-P.), professeur au Muséum et à l'École de Grignon. — Sur la maturation de quelques plantes herbacées.

— Sur l'état de l'acide phosphorique dans la terre arable. Application à l'emploi, comme engrais, des superphosphates.

DUPONT (Marcel). — Emploi des engrais chimiques pour la culture de la vigne.

GUILLEMARE, professeur au lycée de Reims. — De l'exploitation dans la Marne des produits résineux extraits du pin noir d'Autriche.

— Extraction, propriétés et utilisation de la chlorophylle.

HENROT (le Dr Henri), président du comité rémois de la ligue de l'enseignement. — Des bons points centimes et des caisses d'épargne scolaires dans les écoles primaires de Reims.

JACKSON (J.), secrétaire de la Société de géographie. — Liste des principales sources bibliographiques à consulter en géographie.

LADUREAU, directeur de la station agronomique du Nord et du laboratoire de chimie de l'État à Lille. — Études sur les eaux d'égouts, boues et immondices des grandes villes, au point de vue agricole.

— Sur la culture du lin à l'aide des engrais chimiques.

— Note sur la préparation industrielle de l'azotine.

LEROY, professeur au lycée de Douai. — De l'enseignement de la géographie dans les écoles primaires.

— Des moyens pratiques et de la nécessité de la colonisation.

MAGER (Henri), publiciste. — Sur les plans en relief.

MARÈS (Henri), correspondant de l'Institut, à Montpellier. — Sur la défense et la reconstitution des vignobles phylloxérés.

MARIÉ-DAVY, directeur de l'Observatoire météorologique de Montsouris. — Note sur la météorologie agricole et ses applications à l'appréciation du rendement des récoltes.

MAUCLER, vétérinaire à Reims. — De l'alimentation publique dans la ville de Reims.

MILLON. — De l'enseignement agricole en France.

MISMER, directeur de la mission égyptienne. — Sur les diverses formes de gouvernement en regard de la science.

— Sur la nécessité de substituer à la base métaphysique du suffrage universel une base positive.

MUNTZ (Achille). — Recherches sur l'alimentation du cheval et la production du travail.

Perret (Michel). — Sur un mode d'emploi des engrais chimiques.

Ponsard, président du comice agricole de Châlons-sur-Marne. — Nécessité de la création d'un corps d'ingénieurs agricoles, ses attributions, ses relations avec l'État, le département et les particuliers.

Renaud (G.), directeur de la *Revue géographique internationale*, attaché au cabinet du ministre des finances. — Percement de Panama.

— Nordenskiold et le passage du Nord-Est.

— De l'orthographe géographique.

— Des tarifs de douane et des traités de commerce.

— Du rachat des chemins de fer et de la toute-puissance de l'État.

— De l'équilibre budgétaire et de la politique financière.

Risler (Ch.), directeur de *l'Institut agronomique*. — Caractères agricoles des formations jurassiques et crétacées.

Serrurier, directeur de l'École communale laïque de Sainte-Marie, au Havre. — Des sciences physiques et naturelles à l'école primaire.

Schloesing et Muntz. — Recherches sur la nitrification.

Tournafond, rédacteur en chef du journal *l'Exploration*. — Des sociétés de géographie de l'univers et des publications géographiques.

Trihidy. — Souvenir du Cambodge.

Vimont, vice-président du comice agricole d'Épernay. — Sur les prairies de graminées à grands rendements, dans les terres calcaires de Champagne.

— Emploi des engrais chimiques dans les terres de Champagne.

— Précautions à prendre contre l'invasion phylloxérique.

BIBLIOGRAPHIE

Sommaire des principaux recueils de mémoires originaux.

— Annalen der physik und chemie (1880, n° 5). — *Kohlrausch :* Sons produits par un nombre limité d'impulsions. — *E. Warburg :* Sur la torsion. — *G. Kirchhoff :* Vibrations stationnaires d'un liquide pesant. — *E. Dorn :* Entraînement de l'électricité par l'écoulement de l'eau dans un tube et phénomènes connexes. — *W. Röntgen :* Sur la relation entre la lumière et l'électricité trouvée par Kerr. — *R. Clausius :* Sur les recherches récentes relatives au chemin moyen des molécules. — *H.-F. Weber :* Sur la conductibilité calorifique des liquides. — *A. Ritter :* Recherches sur la hauteur de l'atmosphère et sur la constitution des astres gazeux. — *G.-L. Schonn :* Sur les rayons ultra-violets. — *A. Matern :* Nouvel hygromètre à condensation. — *G.-J. Legebeke :* Sur une loi générale de M. Clausius relative à l'influence électrique. — *W. Holtz :* Sur une illusion d'optique qui se produit quand on regarde les figures géométriques. — *F. Lippich :* Réflexion et réfraction de la lumière par les surfaces sphériques et pour de faibles angles d'incidence.

Publications nouvelles.

Le royaume de Muata-Jamwo, par *Paul Pogge* (en allemand). 1 vol., chez Riemer, à Berlin, 1880. — Les Français doivent suivre avec un soin scrupuleux tout ce qui se fait en Afrique. Les Allemands font des efforts pour s'y établir. C'est dans le Congo portugais, à San Paolo de Loanda, que le docteur Pogge a commencé son voyage sur la sollicitation de la Société allemande de l'exploration de l'Afrique centrale. Les pays qu'il a parcourus, situés à l'est de la côte portugaise, sont fertiles, assez malsains, paraît-il, et encore très peu connus, malgré les explorations de Cameron et de Stanley. L'esclavage y est en honneur, et la civilisation y est fort rudimentaire. On y peut chasser le buffle et l'hippopotame, et la sécurité y paraît relativement plus grande que dans les autres régions de l'Afrique.

— La Phytographie ou l'art de décrire les végétaux, par *Alph. de Candolle*. 1 vol., chez Masson, de 480 p. Paris, 1880. — L'auteur s'est attaché à donner les préceptes et la méthode nécessaires au botaniste descripteur. Nul plus que l'auteur du *Prodromus* n'a autorité pour donner ces conseils. M. de Candolle préfère, avec raison, les descriptions latines, concises et claires, aux descriptions faites en langue moderne. A la fin du livre, on trouve un résumé chronologique des progrès de la phytographie et des indications précises sur la répartition des herbiers importants actuellement connus, servant de preuves de l'exactitude des descriptions publiées.

— L'Anatomie chez les Arabes et les Hébreux, par le professeur *Hyrtl*, chez Braumüller, Vienne, 1879 (en allemand). 1 vol. in-8° de 358 p. Cet ouvrage n'est pas, à proprement parler, une histoire de la médecine : c'est un glossaire des termes anatomiques employés dans les livres hébreux et arabes. Ceux qui s'intéressent à l'histoire de la médecine trouveront dans cette sorte de dictionnaire des renseignements précieux. Relativement à l'étymologie des mots anatomiques usités aujourd'hui dans les langues modernes, beaucoup de mots sont empruntés aux langues sémitiques. Dans cette histoire de la nomenclature anatomique, bien des erreurs sont rectifiées; l'auteur montre que les mots *saphène, basilique, sésamoïdes*, viennent de l'arabe, comme aussi les expressions *suture sagittale, rotule, dure-mère, amygdale, veines ranines, artères soporales*, etc., traduites de l'arabe en latin.

— L'urine normale et pathologique, par le docteur *Méhu*. 1 vol. in-8° de 400 pages. Delahaye, 1880.

CHRONIQUE

Nos ennemis invisibles. — Dans une conférence faite au lieu de réunion de la Société nationale de santé, le professeur Ray Lankester, de la Société royale, a étudié les germes et ce qu'il nomme « nos ennemis invisibles ».

Après avoir décrit les germes et exposé les principes de la fermentation, il a montré, à l'aide de diagrammes et du microscope, les formes diverses des *vibrions*, leur développement et leur multiplication.

La chaleur paraît être un excellent agent de destruction, lorsqu'elle est continue et suffisante; on a remarqué aussi qu'une solution d'acide phénique à 1/20e, mise en contact avec les germes, les rend immédiatement inertes.

Quant à leur classification, elle est loin d'être parfaite encore; elle est jusqu'ici basée sur les effets produits plutôt que sur les variétés d'espèces et de formes. On a divisé ces variétés en : 1° Variétés produisant des odeurs; 2° Variétés produisant des couleurs; 3° Variétés considérées comme germes de maladie. Toutes les mauvaises odeurs, à l'exception de celles qui résultent de produits chimiques, sont dues à la présence des *vibrions*. Quant aux germes de maladie, on ne sait pas encore si la présence de telle forme de bactéries est la cause de la maladie ou la conséquence de l'état du malade.

En terminant, le professeur a émis le vœu que les hommes compétents fassent des études pour arriver à pénétrer les mœurs, la constitution, la nature de nos ennemis invisibles.

— Colonisation de la Palestine par les juifs. — Les Juifs ont l'intention, paraît-il, de coloniser la Judée. C'est du moins ce qui résulte d'une conférence faite à Saint-George's Hall, par le Révd Nugel. Le projet, qui a reçu l'approbation du sultan et de M. Goschen, le nouvel envoyé près de la Porte, consiste à fonder une colonie sur la rive est du Jourdain. On doit acheter 1 500 000 acres (l'acre vaut 40 hectares) de terrain, et l'on introduira un élément européen dans la direction de la colonie, en la faisant exploiter par des colons juifs ou par des fermiers juifs, faisant travailler des fellahs. Le pays est très fertile : il faisait autrefois partie du lot attribué à Ruben, Dan et Manassé.

— Société aérostatique. — Plusieurs personnes, s'intéressant au développement de la navigation aérienne, élaborent en Russie le programme d'une nouvelle Société, dont le but serait le perfectionnement des ballons et la découverte d'un moyen infaillible de les diriger malgré les vents contraires.

La Société russe de navigation aérienne fait un appel au public et le prie de lui venir en aide par la formation du capital nécessaire pour couvrir les dépenses générales et les frais des premiers essais.

On peut s'adresser à la rédaction de *l'Aéronaute*, à la librairie Bartinevsky, à Saint-Pétersbourg.

Le propriétaire-gérant : Germer Baillière.

PARIS. — Impr. J. CLAYE. — A. QUANTIN et Cie, rue St-Benoît. [1132]

LA

REVUE SCIENTIFIQUE

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

REVUE DES COURS SCIENTIFIQUES (2ᴱ SÉRIE)

DIRECTEURS : MM. ANTOINE BREGUET ET CHARLES RICHET

2ᵉ SÉRIE — 10ᵉ ANNÉE | NUMÉRO 3 | 17 JUILLET 1880

MORT DE M. BROCA

Paris, le 16 juillet 1880.

La mort de M. Broca a été une perte cruelle pour tous ceux qui aiment la France et la science. Nul en effet plus que lui n'a honoré la science française. Il a excellé également dans la chirurgie, l'anatomie et l'anthropologie.

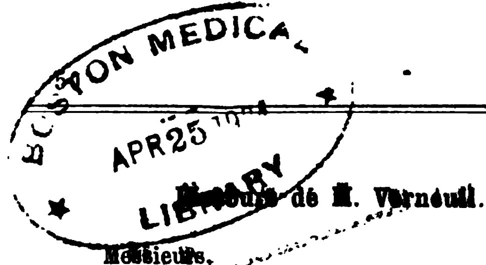
Nous donnons plus loin les discours qui ont été prononcés sur cette tombe glorieuse par M. Verneuil et par M. Trélat. Prochainement, d'ailleurs, la *Revue scientifique* publiera sur la vie et les travaux de Paul Broca une notice complète. Aujourd'hui cependant nous voudrions faire ressortir en quelques mots ce qu'il y a de fécond, de profond et de durable dans l'œuvre de ce maître éminent.

La localisation de la faculté du langage articulé est une des plus belles découvertes de la science moderne. M. Bouillaud avait montré que l'aphasie coïncide le plus souvent avec une lésion de l'hémisphère gauche. Mais Broca, étudiant plus minutieusement la lésion anatomique et le trouble fonctionnel, démontre que l'aphasie coïncide avec la destruction d'une région limitée de l'encéphale, la partie postérieure de la troisième circonvolution frontale gauche. Quand cette région est détruite, il n'y a plus de langage; tant qu'elle est conservée, il y a langage. Voilà la règle, règle presque absolue, si bien qu'on n'en a guère pu trouver que quelques exceptions, et encore ces exceptions sont-elles contestables.

Ç'a été, disons-nous, une des plus belles découvertes de la science. En effet, ce fut la première localisation cérébrale, et c'est maintenant encore la plus précise et la plus importante. Dès lors, on a pu mieux comprendre la mécanique de l'encéphale. Certes, cette mécanique est bien obscure encore, et d'une complexité telle que nous avons peine à concevoir le moment où elle sera nettement et simplement déterminée; mais il n'en est pas moins vrai que, grâce à la détermination précise de la lésion de l'aphasie, nous savons qu'il y a des régions dans le cerveau où certaines fonctions intellectuelles prennent naissance et s'élaborent, pour jaillir au dehors, sous la forme de mouvements. Ce fait important, essentiel est dû uniquement à Broca (*Bulletins de la Société anatomique*, 1861).

Un peu avant cette grande découverte, Broca avait créé la Société d'anthropologie. C'est dire qu'il avait créé l'anthropologie. Assurément il avait eu des prédécesseurs. Blumenbach et d'autres savants avaient étudié les races humaines. Mais on n'avait pas songé à grouper dans une même science tout ce qui concerne l'étude de l'homme. La Société d'anthropologie française a devancé toutes celles des autres pays, et pendant vingt ans, Broca en a été l'âme. Il l'a inspirée, excitée; il lui a donné non seulement la naissance, mais la vie. De même que Lavoisier a créé la chimie, de même Broca a créé l'anthropologie, moins peut-être par ses propres découvertes et ses travaux personnels, que par son activité, son ardeur, son esprit puissant et généralisateur. L'anatomie comparée de l'homme et des primates, les monuments préhistoriques, les influences de la civilisation, les données de la statistique, il a tout étudié, examiné, analysé. Les travaux de la Société d'anthropologie et de la *Revue d'anthropologie* ont été tous plus ou moins directement inspirés par lui, et on lui ferait une part trop petite si on ne lui attribuait que les œuvres qu'il a signées. L'histoire impartiale dira qu'il a été le promoteur et le créateur de l'anthropologie.

Peu d'hommes ont eu ce rare bonheur de faire une découverte féconde et de créer une science nouvelle. L'homme passe, mais son œuvre reste et lui survit.



Discours de M. Verneuil.

Messieurs,

La Faculté de médecine vient de perdre un de ses membres les plus illustres, une de ses gloires les plus pures.

Paul Broca, professeur de clinique chirurgicale, vient de mourir brusquement, ayant à peine atteint le seuil de l'âge mûr, et quand tout lui présageait encore une heureuse et longue série d'années.

Quelques minutes ont suffi pour éteindre cette vive lumière, pour étouffer ce souffle puissant, pour briser ce corps robuste, qui semblait bâti de marbre et d'airain.

Mes collègues m'ont envoyé ici pour que j'essaye d'exprimer leur profonde douleur et pour que je rappelle ce que le grand défunt avait été, était hier, et demain encore eût été pour notre École.

J'ai d'abord regretté qu'on m'ait choisi, accablé que je suis par une indicible tristesse, et qu'on m'ait imposé la tâche de parler quand je voudrais me recueillir dans le silence. Mais bientôt j'ai mieux compris mon devoir, et, si amère qu'elle soit, j'ai accepté la mission. Je viens donc, les larmes dans les yeux, vous répéter des paroles que maintes fois j'ai prononcées le sourire sur les lèvres.

Bien que, âgé de cinquante-six ans à peine, Broca, depuis bientôt trente-quatre années, appartenait à la Faculté de médecine. Il y était entré en 1846, comme aide d'anatomie, et avait ensuite, par le concours, gagné les grades de prosecteur en 1848 et d'agrégé en 1853.

Faute de place vacante, il attendit plus longtemps la chaire de professeur, et n'y monta qu'en 1867, à un âge pourtant où il était bien rare alors de revêtir la robe rouge ornée d'hermine. Nommé d'abord professeur de pathologie interne, il quitta quelques années plus tard la chaire pour enseigner la clinique chirurgicale, et c'est ainsi qu'il fit sa dernière leçon à l'hôpital, quatorze ou quinze heures avant de rendre l'âme.

Entre temps, il obtenait, hors de la Faculté, toutes les distinctions qu'accordent nos Sociétés savantes, l'Institut mis à part; puis, fondateur à son tour, il créait en quelque sorte la science positive de l'homme, et, pour en assurer la vulgarisation, établissait, en dépit de tous les obstacles, la célèbre École française d'anthropologie.

Tout cela vous sera raconté; tous ceux qui prendront la parole au nom des Sociétés savantes vous diront combien chacune d'elles était fière de le compter dans son sein; mais je puis vous affirmer que de tous les titres qu'il possédait, nul ne lui était plus cher, nul ne lui semblait plus précieux que celui de professeur de la Faculté. « C'est dans ses murs, nous disait-il récemment, que j'ai vécu mes jeunes années, que j'ai grandi et prospéré, que j'ai entendu mon nom sortir des bouches de la foule; c'est l'école qui a mis entre mes mains les instruments de travail; c'est à elle que je dois le meilleur de ce que je suis, et c'est simplement justice de lui en exprimer ma reconnaissance. »

Et je dirai, à mon tour, que c'est aussi justice et strict devoir pour cette École de répondre aujourd'hui que, si elle a concouru à l'élévation, à la gloire, à la fortune scientifique de Broca, celui-ci a largement payé sa dette envers sa bienfaitrice, contribuant pour une ample partie à l'éclat qu'elle jette aujourd'hui dans le monde savant.

Hélas! l'étendue du vide que va laisser la mort de notre cher collègue nous fera mesurer la place qu'il occupait, et par ce qui va nous manquer, nous pèserons ce qu'il nous apportait.

Sans doute on le remplacera au sens littéral du mot; dans quelques semaines la place sera déclarée vacante, et quelques semaines plus tard le déficit numérique sera comblé.

Mais combien de mois ou d'années faudra-t-il donc pour faire oublier cette incroyable réunion de mérites, d'aptitudes, de qualités intellectuelles et morales qui faisait de Broca un être vraiment exceptionnel? Qui de longtemps pourrait prétendre à l'égaler à la fois en activité, en persévérance, en probité, en bonté, en justice, en intelligence, en esprit, en finesse? Qui pourra se flatter d'accumuler dans son cerveau une somme tellement inouïe de connaissances littéraires et scientifiques qu'on restait confondu devant cette vivante encyclopédie?

Et quel usage notre pauvre ami faisait-il de ces trésors? Certes il les utilisait pour lui-même; mais combien aussi il en jetait à tous les vents, sans compter le plus souvent quand, pourquoi et pour qui il les prodiguait de la sorte!

Peut-être quelques-uns de ceux qui n'ont pas suivi Broca depuis si longtemps que nous, ni d'aussi près, supposeront que j'exagère l'éloge et que je porte, à titre d'ami dévoué, un jugement que ne ratifierait point le grand corps savant au nom duquel je prends officiellement la parole.

Qu'ils se détrompent: notre cher mort n'est point de ceux qu'on risque de trop exalter. Tout ce que j'ai dit est vrai, et si la Faculté eût choisi un autre de ses membres, vous auriez entendu certainement le même langage.

Je rougirais de flatter après sa mort l'homme éminent qui, sa vie durant, a toujours méprisé les flatteurs; mais quand la vérité est belle et bonne à dire, pourquoi et dans quel but la diminuerait-on?

Nous pouvons, nous devons même offrir la vie de Broca en modèle à ceux qui, désirant suivre la même carrière, veulent devenir successivement, dans notre hiérarchie médicale, pupilles, assistants, puis enfin maîtres. A quelque niveau qu'il ait été, dans les pavillons de l'École pratique en 1846 ou dans la chaire professorale en 1880, il a toujours rempli son mandat avec une exactitude et un zèle exemplaires. Certes, son génie, la charge énorme de ses travaux, sa santé quelquefois ébranlée par des labeurs gigantesques auraient pu le détourner des humbles et prosaïques occupations qui parfois nous incombent, et il eût été facile de plaider les circonstances atténuantes. Mais le culte du devoir était si grand chez lui qu'il n'a jamais songé à répudier la moindre tâche quand elle était inscrite dans le programme de sa vie, et que maintes fois, de peur de ne pas soulever un fardeau assez lourd pour sa force, il chargeait, sans nécessité, démesuré-

ment ses épaules. Aide d'anatomie, prosecteur, il passait toutes ses journées dans les pavillons et faisait à ses élèves des leçons et des démonstrations qui n'étaient nullement obligatoires.

Agrégé, il ne se contentait point de remplacer fortuitement les titulaires empêchés, mais faisait encore à l'École pratique des cours très suivis.

Titulaire à son tour, il professe remarquablement et prépare ses leçons avec un soin, un scrupule dont je puis me porter garant. Moins il avait de temps le jour, plus il en prenait dans la nuit pour être prêt quand venait l'heure.

Un professeur n'est guère forcé qu'à professer, c'est du moins ce que peut croire le vulgaire; mais dans une grande Faculté comme la nôtre, lorsque plus de cinq mille élèves s'asseyent sur nos bancs, il existe une partie administrative dont on ne soupçonne point l'étendue ni la complication; puis les programmes d'étude changent et se perfectionnent, et il nous faut les étudier. Enfin nous devons répondre assez souvent à des questions qui nous sont posées par les pouvoirs publics et par le grand maître de l'Université. Un bon nombre de savants n'ont pour ce genre de travaux ni goût ni aptitude et s'en désintéressent facilement.

Broca n'était point de ce nombre; doué d'un talent d'organisation tout à fait remarquable, il excellait dans les débats administratifs et dans la rédaction des règlements. La Faculté lui en doit plusieurs qui sont des modèles de clarté et de rectitude, c'était merveille de voir cet esprit impétueux et primesautier aligner correctement des articles comme s'il eût fait dix ans de stage dans un ministère. On ne saurait croire quel service il a rendu sous ce rapport à toutes les sociétés ou associations dont il faisait partie.

Assez souvent aussi nous survient un surcroît d'occupation, nous recrutons par le concours nos jeunes assistants, prosecteurs et chefs de clinique et les agrégés nos collaborateurs immédiats; cette institution du concours nous est lourde, mais nous reste chère. Nous tenons entre nos mains l'avenir de notre école, puisque nous désignons ceux qui devront nous remplacer, et d'autre part, nous sommes les arbitres de la jeunesse laborieuse, pouvant par un vote ouvrir ou fermer une carrière.

Or, dans ces assises solennelles, il faut trouver dans les deux catégories d'hommes mis en présence des qualités différentes, mais également nécessaires. Aux jugés, il faut la science et le talent de la vulgariser; aux juges, la compétence et surtout la justice.

Or, si la compétence de Broca n'a jamais été mise en question, il importe bien plus encore de proclamer que son équité n'a jamais été en défaut, et si l'on a pu dire avec raison qu'il n'avait pas d'ennemis, c'est surtout parce que personne n'oserait dire qu'il ait été de sa part l'objet d'une injustice ou d'un passe-droit.

C'est qu'indépendamment de son talent, des services rendus à la science et à la patrie, de ses qualités publiques et privées, Broca avait ce qu'on appelle *un caractère*, c'est que, vrai chevalier sans armes, sans peur et sans reproche, il était inébranlable dans ses convictions, incorruptible dans sa conduite et qu'il résumait en lui le type accompli du confrère, du savant et du citoyen.

Voilà, messieurs, ce que la Faculté de médecine m'a chargé de vous dire, et c'est pour déférer à ses vœux que j'ai, pour un instant, refoulé jusqu'au fond de mon cœur la sombre émotion qui m'oppresse.

Discours de M. Trélat.

Messieurs,

Dans le grand deuil qui nous réunit aujourd'hui, l'Académie de médecine a voulu sans doute que celui qui porte la parole en son nom ressentît lui-même, pour notre illustre mort, des sentiments de haute estime et de longue et profonde affection. Elle a appelé sur le bord de cette tombe, si soudainement ouverte, le témoin assidu de plus de trente années de labeurs et de vertus, l'ami des anciens jours et des dernières heures, le collègue respectueux du savant et le parent de cœur de la famille.

Devoir douloureux, mais dette sacrée!

Broca avait déjà des titres scientifiques considérables lorsque, en 1866, l'Académie de médecine le nomma membre de la section de médecine opératoire. Lauréat du prix Portal en 1850, auteur de mémoires et de travaux bien connus sur la pathologie des cartilages, sur le rachitisme, sur les hernies et l'étranglement herniaire, sur les arthrites vertébrales, sur la galvano-caustie, il avait publié deux ouvrages de premier ordre : *les Anévrismes*, en 1856, et le premier volume du *Traité des tumeurs*, au commencement de 1866.

Le premier marquait une ère nouvelle dans le traitement de ces redoutables affections. Le second exposait l'évolution historique de nos connaissances sur les tumeurs en général et sur leur traitement avec une ampleur de vues et une puissance de méthode qui n'avaient point été atteintes et qui n'ont jamais été dépassées.

Déjà Broca avait écrit vingt mémoires sur des sujets divers d'anatomie, de physiologie, d'embryologie, de tératologie; déjà, il avait prononcé les *Éloges* de Gerdy, de Bonnet, de Lallemand, qui sont restés des modèles; déjà, de 1861 à 1865, il avait fait ses recherches sur les fonctions et localisations cérébrales, et marqué la place de l'organe de la parole, de cette troisième circonvolution frontale que les contemporains, aujourd'hui la postérité, appellent la *circonvolution de Broca*. Déjà, enfin, il avait commencé son grand œuvre, l'œuvre de sa dernière incarnation scientifique : la création de la Société d'anthropologie.

A l'Académie de médecine, ce grand savant était discret et réservé. Il ne prenait la parole que pour communiquer des faits exceptionnels ou spécialement probants. Il n'intervenait dans les discussions ouvertes que sur les sujets de sa compétence incontestable; mais, comme cette compétence était large et son jugement irréprochable, ses collègues le chargeaient fréquemment de rapports sur les concours de prix, sur des appareils ou des instruments.

C'étaient surtout les questions de médecine publique ou d'intérêt général qui l'attiraient à la tribune. Qui de nous ne se souvient de ses beaux discours si solides et si nourris de faits sur la *Mortalité des nourrissons*, sur la *Prétendue dégénérescence de la population française*, sur le *Mouvement de la population en France*, et, plus tard, sur l'*Organisation du Service de santé militaire?*

Depuis plusieurs années, l'Académie avait appelé dans son conseil ce collègue si plein de qualités, de mérites et de ressources, et, à nos dernières élections du bureau, Broca avait été acclamé vice-président pour cette année 1880, c'est-à-dire président de l'Académie de médecine pour 1881.

Il assistait régulièrement à nos séances et siégeait au bureau qu'il ne quittait que pour communiquer quelque fait important, comme ce cas de généralisation de l'éruption vaccinale qui figure à l'un de nos derniers bulletins.

Cependant, dans l'intervalle des séances académiques, après l'hôpital, après la Faculté, après le Sénat, ses heures, ses pensées et ses veilles appartenaient à cette anthropologie qu'on a osé contester et dont il a fait la preuve, comme ce philosophe qui prouvait le mouvement en marchant.

Depuis plus de vingt ans, il lui donnait toutes les puissances de sa puissante nature. Il l'avait conçue, créée, nourrie. Il lui avait fait un foyer : la Société d'anthropologie ; un enseignement : l'École d'anthropologie ; des émules : toutes les Sociétés d'anthropologie qui se sont formées dans les centres scientifiques du monde entier ; la vie, enfin, par ses immenses travaux et ceux qu'ils suscitaient. Quelle existence et quels labeurs depuis le jour où le jeune homme de seize ans prenait, en 1840, son diplôme de bachelier ès sciences mathématiques!

Quarante années d'un travail sans trêve; quarante années de dignité, de générosité, de patriotisme élevé, de dévouement à toutes les nobles causes, voilà la vie de Broca.

Comme le lutteur infatigable, comme le soldat héroïque, il meurt d'un coup subit et imprévu; frappé debout, en pleine poitrine, il succombe couvert d'une gloire dont nous n'avons entrevu que l'aurore et qui va tantôt s'épanouir en son plein jour; il meurt entouré de l'estime universelle et comblé des affections les plus dévouées et les plus tendres. Grande et puissante intelligence, âme rayonnante et sereine, cœur plein de noblesse; rare et admirable trinité, merveilleuse union de tout ce qui fait la vraie grandeur de l'être humain. Tout cela nous est enlevé, arraché en un instant, et il ne nous reste plus que la majesté de l'exemple et la poignante douleur de nos regrets.

TRAVAUX PUBLICS

La mission transsaharienne d'El Goleah.

Notre époque assiste avec un intérêt croissant à la découverte de l'Afrique centrale, dont on commence à entrevoir les richesses et l'avenir. L'attention des différentes nations est attirée de plus en plus vers ce vaste continent, qu'elles s'apprêtent à occuper et à civiliser. Avant la fin du XIXe siècle, cette terre encore vierge sera exploitée et ouverte au commerce du monde.

La France ne peut, sous peine d'abdication, se désintéresser de la lutte pacifique qui se prépare. La part revenant naturellement à la puissance qui possède l'Algérie, le Sénégal et le Gabon, est marquée dans cette conquête féconde. C'est l'Afrique occidentale, c'est la région qui comprend les bassins du Niger et du lac Tchad, et qui est limitée au nord par le Sahara, à l'est par le haut bassin du Nil, au sud-est par le bassin moyen du Congo, au sud et à l'ouest par les bassins de la Guinée et de la Sénégambie. C'est là, c'est au Soudan, que doivent être les Indes françaises, suivant l'expression de M. Duponchel, ingénieur en chef des ponts et chaussées, qui, le premier, a su mettre en lumière le rôle destiné à notre pays en Afrique.

L'honneur d'avoir posé pratiquement le problème et de nous avoir mis en demeure de le résoudre restera à M. de Freycinet, ministre des travaux publics, qui chargeait, il y a un an, une commission supérieure de l'étude des questions relatives à la mise en communication, par voie ferrée, de l'Algérie et du Sénégal avec l'intérieur du Soudan.

Je me permettrai de résumer en quelques mots les conclusions qui, selon moi, semblent se dégager des travaux de la commission.

C'est par le Sénégal que nous devons aborder le Soudan. De ce côté, une faible distance nous sépare du haut Niger ; en descendant ce fleuve, puis remontant ses affluents, le Sokoto et la Bénoué, nous arrivons rapidement au cœur du Soudan.

Le bassin supérieur du Niger, où le fleuve est navigable, et où règnent des pluies tropicales, doit être exploité par le Sénégal.

Le bassin moyen du Niger, où se trouve Tombouctou, est moins favorisé par les conditions naturelles.

La plus belle partie du Soudan, la plus fertile et la plus peuplée, est la région qui s'étend entre le Niger moyen et le lac Tchad. C'est là, dans le Haoussa, qu'est le centre de gravité des richesses de l'Afrique occidentale. C'est là que nous devons arriver et nous établir.

Il sera dès lors indispensable et urgent de relier directement le Soudan oriental à l'Algérie par un chemin de fer transsaharien, d'une part, pour assurer notre conquête et prévenir la concurrence étrangère ; d'autre part, pour desservir et développer notre commerce tant d'importation que d'exportation.

Le tracé, qui sur le parcours recueillerait les meilleures chances de trafic, passe par l'Oued Rhir, la saline d'Amaghdor et l'oasis d'Aïr : c'est l'ancienne route des caravanes entre les États Barbaresques et le Soudan.

Il y a un intérêt également grand à relier le Gabon, d'un côté au cours moyen du Congo, de l'autre à la haute Bénoué.

Conformément aux propositions de la commission supérieure, M. de Freycinet a décidé, l'automne dernier, une série d'études et d'explorations.

Le service ordinaire des ponts et chaussées d'Algérie a étudié diverses lignes rattachant le réseau algérien aux différents tracés transsahariens.

M. Choisy, ingénieur en chef des ponts et chaussées, a été chargé, dans le Sahara algérien, d'étudier et de comparer un tracé de Laghouat à El Goleah, au sud de la province d'Alger, et un tracé de Biskra à Ouargla, au sud de la province de Constantine. M. Choisy a rempli complètement son programme. La commission supérieure est saisie d'une proposition relative au classement de la ligne de Biskra à Ouargla.

M. Pouyanne, ingénieur en chef des mines, a étudié dans la province d'Oran, premièrement, un tracé de Tiaret, sur les hauts plateaux, à El Maïa, à la lisière nord du Sahara; secondement, deux tracés de Saïda à Mecheria et de Ras el Ma à Mecheria, sur les hauts plateaux. Les relevés précis faits par M. Pouyanne, en 1862, lui permettent de mener un tracé de Mecheria jusqu'à El Outed, au débouché de l'Oued (1) Namous dans le Sahara. La commission supérieure est saisie d'une proposition relative au classement d'une ligne jusqu'à Mograr. Une exploration était en outre confiée à M. Pouyanne, avec le concours de la Société de géographie d'Oran, le long de la vallée de l'Oued Namous, en s'enfonçant le plus loin possible dans la direction de l'Oued Guir. Cette dernière mission a été interrompue par les circonstances politiques du moment et n'a pu dépasser Tiout.

M. le colonel Flatters était chargé d'une exploration au sud d'Ouargla, vers Temassinin, le haut Igharghar, Idelès, et au delà, s'il était possible, jusqu'au Soudan, entre le Niger et le lac Tchad. M. Flatters a reconnu la ligne Ouargla, Aïn Taïba, El Biod, Temassinin. A partir de ce point, il a été amené à changer de direction et à obliquer au sud-est vers Rhat, chez les Touaregs Azdjer. Après s'être avancé jusqu'au 26° de latitude environ, et avoir ainsi exploré 800 kilomètres, en chiffres ronds, au sud d'Ouargla, il est rentré en Algérie, en suivant, au retour, un itinéraire différent. M. Varroy, ministre des travaux publics, se propose de continuer la mission du colonel Flatters, qui, de Temassinin, se dirigerait vers Idelès, chez les Touaregs Ahaggar.

M. Soleillet devait faire une exploration isolée de Saint-Louis du Sénégal à Tombouctou, et de Tombouctou au Touat. L'itinéraire adopté par lui, pour aller de Saint-Louis à Tombouctou, faisait un coude vers le nord et passait par l'Adrar. M. Soleillet n'a pu dépasser cette région, où il a été arrêté et pillé. Il doit repartir incessamment, avec mission du ministre des travaux publics.

D'autre part, le ministère de la marine et des colonies a fait au Sénégal des études et des explorations importantes. Une mission, chargée de reconnaître la région montagneuse entre Ba-foula-bé, sur le haut Sénégal, et Bamakou, sur le haut Niger, est arrivée heureusement à ce dernier point, où flotte aujourd'hui le drapeau français.

(1) *Oued*, cours d'eau, vallée avec ou sans thalweg, dépression allongée.

La présente note, sommaire et rapide, est spécialement consacrée à la mission d'El Goleah, dont j'étais membre.

Il ne m'appartient de rendre compte que du résultat de mes recherches personnelles ou de ce qui se rattache à la nature de mes travaux.

Je me suis proposé de donner un aperçu de géographie physique, envisagée méthodiquement au point de vue géologique.

Nulle part peut-être la géologie, que l'on trouve partout en relation avec la topographie, comme la cause avec l'effet, ne joue un rôle aussi direct que dans le Sahara septentrional, où les formes intérieures et extérieures sont d'une extrême simplicité.

Nulle part l'étude des eaux, qui rentre dans la géologie, n'est aussi vitale. C'est à un état climatérique particulier et à l'absence presque complète de pluies, que le Sahara doit sa constitution désertique. C'est des eaux souterraines que dépendent entièrement les faibles ressources de cette région et l'avenir de certaines zones relativement moins déshéritées.

Avant d'entrer en matière, je donnerai quelques renseignements généraux sur la mission et son objet spécial, le chemin de fer.

I.

La mission d'El Goleah se composait de :

M. Choisy, ingénieur en chef des ponts et chaussées, chef de mission ; MM. Barois, ingénieur des ponts et chaussées, et Rolland, ingénieur des mines; M. le docteur H. Weisgerber; M. Jourdan, garde-mines, et MM. Descamps et Pech, chefs de section au cadre auxiliaire des chemins de fer de l'État.

La direction de la caravane était confiée à M. le lieutenant Massoutier.

M. l'ingénieur en chef Choisy résume de la manière suivante le programme des travaux de la mission, dans le rapport provisoire adressé par lui, à la date du 10 juin dernier, à M. le ministre des travaux publics :

« J'ai pensé que notre rôle ne se réduisait point à réunir les éléments topographiques des tracés; l'esprit de l'administration était d'envisager la question d'un point de vue plus large, en faisant concourir à la solution du problème transsaharien toutes les ressources d'une reconnaissance vraiment scientifique du Sahara. Nous nous sommes efforcés de constituer une monographie aussi complète que possible de la région parcourue; et le programme, que nous nous sommes tracé en nous inspirant de cette pensée, peut se résumer ainsi :

« 1° Fixer sur notre trajet une série de repères géodésiques formant, dans le champ de nos reconnaissances, un canevas de carte bien assuré;

« 2° Faire connaître, sur toute la zone d'étude qui nous était proposée, la configuration détaillée du sol;

« 3° Établir la carte géologique, en s'attachant à l'étude

du régime des eaux, aussi bien qu'à l'histoire des formations sahariennes;

« 4° Déterminer, dans la mesure du possible, l'état actuel des productions du pays, leurs chances de développement et les éléments de trafic qu'on peut attendre de l'avenir;

« 5° Dresser la statistique botanique, surtout en vue des plantes qui peuvent servir à la fixation des sables;

« 6° Rectifier, par des observations météorologiques qui éliminent les influences du rayonnement, les idées reçues sur le climat du Sahara;

« 7° Enfin, reconnaître, par des constatations anthropologiques, les races d'hommes acclimatées ou acclimatables aux différents points du désert. »

Les travaux de la mission se sont répartis de la manière suivante, sous la direction générale de M. Choisy :

Travaux géodésiques et astronomiques : M. Barois, avec le concours de M. Descamps.

Étude de la ligne sur le terrain : M. Choisy, avec le concours de M. Pech.

Travaux géologiques et hydrologiques. — Observations météorologiques : M. Rolland, avec le concours de M. Jourdan.

Études botaniques : M. Jourdan.

Études anthropologiques. — Travaux photographiques : M. Weisgerber.

L'itinéraire suivi par la mission peut se décomposer ainsi :

	Longueurs en chiffres ronds.	Directions approximatives.
De Laghouat à El Goleah : étude d'un tracé de chemin de fer	450 kilom.	NS
Au sud d'El Goleah : reconnaissance du passage des grandes dunes (aller et retour).	80 —	
D'El Goleah à Ouargla	350 —	SW-NE
D'Ouargla à Biskra : étude d'un tracé de chemin de fer.	370 —	SN

Partie le 17 janvier 1880 de Laghouat, la mission arrivait à Biskra le 16 avril, après avoir exploré environ 1250 kilomètres.

Le canevas géodésique de l'itinéraire est l'œuvre de M. Barois. Il comprend :

1° Un cheminement complet au théodolite et à la stadia entre Laghouat et Zebbacha, soit sur 150 kilom. (à partir de ce point, le défaut de sécurité a empêché la continuation des opérations de précision, qui n'ont pu être reprises qu'à Ouargla).

2° Un cheminement à la boussole, avec détermination des altitudes au baromètre et observations de longitudes et de latitudes entre Laghouat, El Goleah et Ouargla (dix campements ont été fixés astronomiquement entre Zebbacha et Ouargla; El Goleah est à peu près à la latitude 30° 35′ N.).

3° Un cheminement continu par azimuths et par latitudes entre Ouargla et Biskra, reliant en position géographique et en altitude les points successifs de la ligne.

M. Barois ne rapporte pas moins de deux cents groupes d'observations astronomiques, dont quelques-unes comprennent jusqu'à soixante-quatre observations distinctes. Elles ont été faites à l'aide de deux chronomètres de la marine et d'un compteur, qui ont été transportés à dos d'homme et dont les soins les plus soutenus ont assuré la marche régulière pendant toute la campagne.

De plus, M. Choisy a effectué, à l'échelle du 1/20 000° le levé topographique et le nivellement de détail de toute la zone comprise dans le champ de la vision distincte :

1° Sur le parcours compris entre Laghouat et Zebbacha;

2° Sur le trajet d'Ouargla à Biskra;

3° En tous les points douteux ou difficiles.

M. Choisy résume ainsi qu'il suit, pour chacune des deux lignes de chemin de fer qu'il avait à étudier et à comparer, l'ensemble des avantages et des inconvénients :

« 1° *Ligne de Laghouat à Goleah :* Quatre chaînes de dunes à traverser, soit en tout 5 kilomètres de tunnels ou viaducs. Point de population sédentaire. D'excellente eau, tant au départ qu'à l'arrivée; mais, aux points intermédiaires, peu de chance de rencontrer des nappes artésiennes.

« 2° *Ligne de Biskra à Ouargla :* La seule difficulté est la traversée d'une plaine ridée et sableuse, qui s'étend sur 40 kilom. au sud de Bridet Amar; le sable n'est pas mouvant, les remblais n'excéderont pas une hauteur de 5 à 6 mètres et pourront être fixés par de la végétation. L'établissement de la ligne, sur tout le surplus du parcours, serait d'une simplicité extrême : une voie à poser. Le chemin de fer traverserait une contrée habitée par une population paisible, laborieuse et sans fanatisme, capable de concourir à sa construction et à son entretien. Sur tout le trajet s'échelonnent des oasis, qui donneraient lieu à un trafic de dattes. L'eau artésienne se rencontre partout : eau malheureusement salée, de nature à incruster rapidement les locomotives, mais qui suffit aux besoins des populations indigènes. L'insalubrité n'existe que dans les oasis, et là, elle peut être atténuée par des améliorations faciles. »

En somme, « aucun des deux tracés en présence ne donne lieu à des impossibilités techniques. Les difficultés sont loin d'être équivalentes et les chances d'un trafic local sont fort inégales d'une ligne à l'autre; mais, nulle part, les obstacles ne sont insurmontables; nulle part, les considérations techniques n'offrent assez de gravité pour être mises en balance avec celles du commerce transsaharien, pour déterminer d'une façon décisive la préférence en faveur de l'une ou de l'autre des deux lignes. »

II.

La géologie permet d'esquisser avec une grande simplicité les traits généraux de l'orographie de tout le Sahara septentrional, depuis la lisière de l'Atlas, au nord, jusqu'au 28° degré de latitude au sud, depuis le golfe de la Grande Syrte, à l'est, jusqu'à l'océan Atlantique, à l'ouest.

Contrairement aux idées qui ont cours, le Sahara septentrional est généralement rocheux et parfois accidenté. Le terrain

crétacé y constitue des plateaux élevés, ou *Hamada*, en calcaire dur, souvent dolomitique, poli par les sables, sans terre végétale, sans eau, stérile, désolé, s'étendant sur des espaces immenses et offrant le vrai faciès du désert. Les couches sont horizontales à l'œil ou faiblement inclinées; elles présentent en grand de larges plissements accompagnés de fractures, et en détail une série de bossellements sans loi. Certaines régions, désignées sous le nom caractéristique de *Chebka*, sont découpées par des réseaux de ravines plus ou moins enchevêtrées, et dirigées dans leur ensemble suivant le plongement des strates.

Aucun terrain postérieur au crétacé n'apparaît jusqu'au quaternaire, qui occupe dans le Sahara septentrional des étendues comparables. Les dépressions formées par les grandes ondulations du crétacé ont été en partie comblées, à l'époque quaternaire, conformément aux divisions hydrographiques actuelles, par de vastes dépôts d'atterrissement sablo-limoneux, qui ont atteint des puissances inusitées, et ont été eux-mêmes, probablement lors du retrait des eaux quaternaires, l'objet d'érosions profondes, accompagnées d'alluvions récentes dans les fonds. Une croûte rocheuse, produit de sources calcaires et gypseuses, recouvre fréquemment le quaternaire et parfois le crétacé. Les alluvions récentes sont en limon, ou en sable plus ou moins agglutiné par un ciment gypso-calcaire, de cohésion faible et parfois presque nulle. L'affleurement de nappes aquifères, dans certaines dépressions, donne lieu accidentellement aux *Sebkha* (bas-fonds salés) et aux *Chotts* (étangs salés).

Quant aux dunes de sables, ou *Areg*, elles ne sont qu'en sous-ordre au Sahara, dans la zone septentrionale duquel elles forment cependant des accumulations considérables. Elles me paraissent dues à la désagrégation de certaines roches, le vent opérant le tirage des éléments désagrégés et le charriage des grains de quartz résultants. Cette action continue de nos jours. Les massifs et les chaînes de dunes semblent fixes dans leur ensemble, et leur topographie ne varie guère dans la durée d'une génération; la couverte sableuse seule est mobile sous l'action des vents.

III.

De Laghouat (altitude approchée, 795 mètres) vers le sud, nous nous sommes d'abord élevés jusqu'au point culminant du Ras Cha'ab (altitude approchée, 850 mètres), appartenant à la chaîne très surbaissée et sensiblement parallèle à l'Atlas, qui forme la limite méridionale du bassin de l'Oued Djedi, tributaire du Chott Melrhir. Du Ras Cha'ab à El Goleah (altitude approchée, 440 mètres), nous avons descendu constamment et longé la ligne de faîte nord-sud, qui est si importante au point de vue du régime des eaux du Sahara algérien, et sépare le bassin oriental de l'Oued Rhir, s'écoulant au nord vers le Chott Melrhir, du bassin occidental de l'Oued Guir, s'écoulant au sud vers les bas-fonds du Touat et peut-être vers le bassin du Niger.

Après avoir traversé la région bien connue des daya, au sud de Laghouat, nous sommes arrivés insensiblement un peu au delà de Zebbacha, sur le plateau du Mzab et de Metlili, qui offre une reproduction à petite échelle des grandes hamada crétacées du désert. Notre itinéraire nous a permis de l'explorer à l'ouest et au sud de la région déjà connue. Nous avons constaté qu'il se poursuivait vers le sud, plus ou moins semblable, jusqu'à El Goleah.

Du Mzab à El Goleah, la hamada calcaire est en pente vers le sud-est; elle est découpée par le réseau des vallées de la Chebka, se rendant, également vers le sud-est, à l'Oued Mya.

Vers l'ouest du Mzab et de Metlili, le plateau, après s'être relevé d'une manière continue, se termine brusquement par un escarpement gigantesque pour la contrée et dominant l'Oued Loua. Cette ligne saillante, également remarquable aux points de vue topographique et géologique, prend naissance à une journée de marche environ au sud de Zebbacha et se poursuit, plus ou moins sinueuse, sur plus de 100 kilomètres vers le sud.

L'El Loua a été reconnue par une pointe hardie à la hauteur de Metlili. Le spectacle en ce point est saisissant; d'un côté, l'escarpement crétacé au profil accusé, sur les flancs duquel s'étagent une série de terrasses d'alluvion ; au pied, à 200 mètres environ en contre-bas de la crête, le bas-fond d'El Loua ; de l'autre côté, dissymétrie complète, l'embouchure du Mehaiguen et, à perte de vue, l'immense plaine d'atterrissement, qui s'élève jusqu'au pied de l'Atlas Oranais. L'Oued Loua est en pente vers le sud et aboutit à Dayet Tarfa.

La hamada offre, entre l'escarpement limite d'El Loua à l'ouest et la tête des vallées de la Chebka à l'est, une bande continue et plane, sur laquelle nous avons cheminé.

Une échancrure ouvre le plateau entre Dayet Tarfa et Dayet El Aref; dans cette région, la Chebka se prolonge davantage vers l'ouest. Nous avons dû nous y engager à partir d'El Hassi, et avons réussi, au milieu de ce réseau de découpures, à trouver un tracé en vallée satisfaisant.

Cependant, le plateau continuant à pencher vers le sud, et sa pente étant supérieure à celle de l'Oued Teguir, que nous suivions, l'encaissement de cette vallée diminua jusqu'à devenir presque nul. Nous en sortîmes et repassâmes sur le plateau, que nous ne quittâmes plus jusqu'à El Goleah. Nous eûmes à couper quelques lits d'oueds peu profonds, dirigés sur le sud-est, qui entaillent la hamada, et entre lesquels des séries de gours, ou monticules superposés, dessinent des crêtes discontinues. Enfin, nous ne pûmes éviter la traversée de quelques traînées de sables peu importantes, aux cols choisis pour le passage de la ligne ; elles sont fixes en plan, et leur dépôt est en relation avec les accidents topographiques.

Entre Dayet Tarfa et El Goleah, sur 150 kilomètres environ, le plateau n'est plus limité par un escarpement comme à l'El Loua. Il plonge d'une part à l'est, d'autre part à l'ouest; de ce côté, il disparaît bientôt sous les grands Areg. Une série de chaînes de dunes secondaires se détache du massif principal des Areg vers le nord-est et s'avance jusqu'aux embouchures des Oued Zergoun et Mehaiguen, jusqu'auprès des Daya El Tarfa et Bou Fakroun, jusqu'à Hassi-

Zirara, etc. C'est pour éviter les queues de ces mêmes chaînes que l'itinéraire a dû être reporté suffisamment vers l'est.

A El Goleah, le plateau se termine de nouveau à l'ouest par un escarpement, qui sort des Areg au débouché de l'Oued Seggeur, et continue au loin vers le sud-ouest. La sebkha et l'oasis d'El Goleah forment une bande étroite entre l'escarpement, haut de 72 mètres, et le massif des dunes.

Nous avons poussé à une journée au sud d'El Goleah, afin de reconnaître le rétrécissement des grandes dunes découvert par M. Soleillet. Ce fait géographique des plus intéressants a été vérifié : les grandes dunes qui forment à l'ouest et à l'est des accumulations énormes se réduisent en ce point à une chaîne insignifiante, qui n'a pas 1500 mètres de largeur.

A ce passage, j'ai vu, du sommet du piton de sable du Guern el Chouff, la hamada calcaire se continuer au loin avec les mêmes caractères. D'après cet aperçu et les renseignements recueillis, le même plateau du Mzab, de Metlili et d'El Goleah doit se poursuivre, par le Djebel Baten, jusqu'à In Salah et s'y terminer par un escarpement regardant le sud.

Entre El Goleah et Ouargla, l'itinéraire adopté par M. Choisy diffère de ceux qui ont été suivis en 1873, à l'aller et au retour, par la colonne du général de Gallifet. Il recoupe les mêmes vallées et les mêmes chaînes de dunes en des points situés plus au sud.

A l'est d'El Goleah, le plateau calcaire offre quelques découpures, des lignes de gours et une région au relief ondulé par suite du plissement des couches ; puis il est recouvert par les atterrissements limoneux du bassin quaternaire de l'Oued Rhir. Les érosions des vallées l'ont cependant remis à nu ; ainsi nous l'avons vu reparaître sur la rive gauche de l'Oued Mya, près d'Hassi el Aicha.

L'Oued Mya est une large vallée d'érosion, comblée par des alluvions récentes de sables et de gravier fin avec ciment gypseux ; vallée sèche et sans thalweg accusé, en pente générale vers Ouargla. A partir du point où nous l'avons suivie, elle est entièrement creusée dans lès atterrissements. Elle est limitée à l'ouest par un escarpement discontinu, mais très net, qui domine successivement Hassi el Hadjar, Ouargla, Negousa ; plus au nord, c'est le même escarpement qui reparaît en face de Temassinin et se poursuit jusqu'à Oum el Thiour, où il tourne à l'est vers le chott Melrhir. A l'est, au contraire, nous n'avons observé, entre l'Oued Mya et l'Oued Igharghar, que des séries de gours isolés, émergeant du sein des alluvions récentes. Nous étions, en effet, près du confluent des deux vallées. L'Oued Igharghar est une vallée d'érosion du même ordre, en pente générale vers Tougourt.

La dépression de l'Oued Rhir n'est autre chose que la prolongation de l'Oued Mya et de l'Oued Igharghar réunis, jusqu'au chott Melrhir. Ainsi que je l'ai dit, l'escarpement qui forme la ceinture occidentale de l'Oued Rhir est nettement la prolongation de la rive gauche de l'Oued Mya ; au-dessus, se trouve la surface du manteau d'atterrissement, qui monte en pente douce vers l'ouest et vient s'appuyer sur le plateau calcaire du Mzab et de Metlili. A l'est, les faits topographiques et géologiques doivent être analogues, mais sont masqués par les grandes dunes du Souf.

Enfin les alluvions récentes, qui garnissent les vallées et les dépressions, offrent elles-mêmes des bas-fonds argilo-gypseux et salés, où se trouvent les sebkha et les chotts. Tels sont les bas-fonds d'Hassi el Hadjar, d'Ouargla et de Negousa, et la série des bas-fonds de l'Oued Rhir, depuis Blidet Amar jusqu'au chott Melrhir. De nombreux gours parsèment les régions de sebkha.

D'Ouargla (altitude approchée, 105 mètres), nous nous sommes dirigés directement sur Blidet Amar, laissant à l'ouest les dunes de Negousa, et traversant une région mixte, en alluvions récentes, avec bas-fonds peu nets et petites sebkha, où le sol est formé de sables en place à peine agglutinés.

A partir de Blidet Amar, nous avons suivi les bas-fonds de l'Oued Rhir et la ligne bien connue des oasis, Tougourt (altitude approchée, 69 mètres), Ourlana, etc. ; le sol, absolument plat, est formé par un limon gypseux et salé, plus ou moins boursouflé.

Il y a pente générale vers le chott Melrhir, situé au-dessous du niveau de la mer, à la cote — 27. Le tracé passe à l'ouest du chott, au-dessus de la cote zéro, s'élève sur le plateau quaternaire à Oum el Thiour, traverse l'Oued Itel et l'Oued Djedi, et remonte la plaine alluvionnaire qui s'étend en pente douce jusqu'à Biskra (altitude, 123 mètres).

Le chott Melrhir est le fond de ce grand bassin. Il reçoit les détritus alluvionnaires d'une partie de l'Atlas par l'Oued Djedi, à l'ouest, et par la série des vallées, telles que l'Oued el Arab, au nord. Le chott Melrhir se continue vers l'est par les chotts Rarsa et Djerid. Le seuil qui sépare les deux premiers dépasse un peu la cote zéro ; le suivant a 40 mètres d'altitude ; la barre qui sépare le dernier du golfe de Gabès a 50 mètres aux points les plus déprimés.

IV.

Je résumerai brièvement les résultats de mes travaux géologiques sur le terrain crétacé du Sahara septentrional entre Laghouat, El Goleah et Ouargla.

Le plateau crétacé du Mzab se prolonge vers le sud jusqu'au delà de Goleah et sans doute jusqu'à In Salah.

J'ai été amené, par les observations indiquées sommairement plus haut, à admettre que les couches crétacées figurent au centre du Sahara algérien un grand bombement, dont l'axe est environ N. S. et plonge au sud. Au sud, entre El Goleah et Dayet Tarfa, sur environ 150 kilomètres, ce bombement apparaît à nu ; Dayet Bou Fakroun, à la clef de voûte, est une cassure, dont les lèvres se sont entr'ouvertes. Au nord, suivant l'El Loua, se trouve une cassure analogue, beaucoup plus grande, longue d'une centaine de kilomètres, mais dont le bord occidental n'apparaît pas ; peut-être y a-t-il faille.

A l'est du bombement, le crétacé plonge sous les atterrissements quaternaires de l'Oued Rhir, puis, réapparaissant au delà des dunes du Souf, constitue les immenses hamada du sud de la Tunisie et de la Tripolitaine, jusqu'à la Grande Syrte. A l'ouest, il s'infléchit de même sous les atterrissements de l'Oued Guir, et, d'après M. Pomel, se prolonge peut-être à travers le Maroc et le bassin de l'Oued Dra jusqu'à l'océan Atlantique.

La crête du bombement n'est autre que le faîte de séparation déjà mentionné entre le bassin de l'Oued Rhir et le bassin de l'Oued Guir.

Cette ligne de démarcation se continue vers le sud; l'escarpement d'El Goleah prolongé se relie par une courbe tournant sa convexité vers l'ouest, à l'escarpement d'In Salah. Au pied, se trouvent les bas-fonds du Gourara, du Touat et du Tidikelt; au-dessus, le bassin supérieur de l'Oued Mya s'écoule vers le nord-est.

Les couches crétacées tournent graduellement, dessinant la grande cuvette de l'Oued Rhir; au sud, elles ont un plongement inverse vers le nord et reposent directement sur les couches dévoniennes à Timassinin. Les hamada crétacées de Tinghert et d'Éguelé se fondent ensuite vers l'est dans l'immense hamada El Homra.

D'après mes relevés stratigraphiques, les couches crétacées du Sahara algérien appartiennent à un système unique, et les coupes d'El Loua, du Mzab et d'El Goleah sont équivalentes. Les considérations paléontologiques confirment cette conclusion.

Le crétacé du Sahara est généralement très pauvre en fossiles. Cependant j'ai été assez heureux pour découvrir à El Goleah et dans les régions voisines, des gisements abondants de fossiles, dont une partie déterminable et caractéristique, permettant de fixer nettement l'âge géologique du terrain. Mes fossiles indiquent les mêmes étages que ceux qui ont été trouvés au Mzab par MM. Thomas et Durand. Ces étages se placent entre le gault et la craie blanche des géologues français et correspondent aux étages turonien et cénomanien de d'Orbigny.

Il est désormais établi que le crétacé du Sahara algérien n'offre qu'un seul système de couches, dont le turonien forme, pour ainsi dire, l'ossature. La croûte calcaire supérieure, qui constitue le sol des hamada, est turonienne. Les marnes et calcaires marneux sous-jacents, qui constituent la plupart des escarpements, sont cénomaniens.

Cette conclusion peut être étendue à tout le crétacé du Sahara septentrional. Les fossiles recueillis par Barth, Overweg, Bou-Derba, Bussetil, Duveyrier, Vatonne, indiquent, d'après M. Pomel, « l'étage de la craie chloritée et un horizon un peu plus élevé paraissant représenter la craie tuffeau et la craie des Charentes ». Ajoutons que des couches supérieures au turonien semblent exister dans la partie orientale de l'hamada El Homra.

L'étude géologique du bassin quaternaire de l'Oued Rhir se lie à la question complexe de la mer saharienne, qui a déjà été traitée dans la *Revue scientifique*, par M. l'ingénieur des mines H. Le Châtelier, membre de la mission des chotts algériens (1).

L'exposé et la discussion de mes observations sur les terrains d'atterrissement anciens et d'alluvions récentes de cette région m'entraîneraient dans des développements qui dépasseraient le cadre de ce travail. Je dirai seulement que l'existence à l'époque quaternaire d'une mer intérieure dans le bassin de l'Oued Rhir me semble probable, mais que, d'accord avec MM. Pomel, Fuchs et Le Châtelier, je repousse l'hypothèse d'une communication ancienne avec la mer Méditerranée. On sait que la barre de Gabès, étudiée par M. l'ingénieur des mines Fuchs, ne lui a dévoilé aucune trace de bras de mer, qui aurait disparu à la suite de soulèvements récents.

V.

La crête saillante suivie par le tracé de Laghouat à El Goleah est peu favorisée sous le rapport des eaux. Je ne crois pas à la possibilité d'obtenir sur cette ligne des eaux artésiennes par des sondages de profondeur modérée.

Les puits indigènes qu'on rencontre sont alimentés par des nappes d'infiltration d'un faible débit, les seules sur lesquelles on puisse compter même à une assez grande profondeur.

La nature des eaux de cette région est de qualité médiocre, mais équivalente à la moyenne de celles qu'il est permis d'espérer dans le Sahara.

Je signalerai l'eau d'El Goleah qui, d'après l'analyse faite par le bureau d'essai de l'École des mines, ne contient que $0^{gr},2377$ de sels par litre; elle doit être considérée comme tout à fait exceptionnelle au désert.

Quant au bas-fond de l'Oued Rhir, c'est une zone privilégiée du Sahara au point de vue des eaux, ainsi que le prouvent ses nombreux puits artésiens français et indigènes.

L'étude du régime des eaux artésiennes de cette région m'a amené à admettre l'existence de lignes d'eau continues et parallèles suivant l'Oued Rhir et l'Oued Souf, et sans doute d'une ligne d'eau transversale qui passerait par Ourlana.

Mes idées à ce sujet sont conformes à celles qui ont déjà été émises par M. H. Le Châtelier.

Le système des lignes d'eau de ce bassin artésien correspondrait au système des lignes de fractures des couches crétacées, formant la grande cuvette sous-jacente; il serait ainsi en relation avec les directions de soulèvement; les deux directions principales seraient les axes de la cuvette.

Les eaux proviendraient de nappes aquifères renfermées dans les couches crétacées, et alimentées par infiltration aux affleurements dans le massif montagneux du nord. Elles jailliraient sous pression par les fractures de ces couches, s'élèveraient et se distribueraient dans la formation quaternaire superposée, aux allures lenticulaires, suivant des nappes plus ou moins nettes, dont la largeur serait

(1) *Revue scientifique*, sixième année, 2e série, p. 656. — *La Mer saharienne*, par H. Le Chatelier.

restreinte par rapport à la longueur. Leur faculté de remonter jusqu'à la surface, naturellement ou par sondage, dépendrait de la pression hydrostatique, maxima vers le fond de la cuvette crétacée, et de l'épaisseur des terrains quaternaires à traverser, minima dans les bas-fonds.

La ligne d'eau de l'Oued Rhir peut être considérée comme reconnue depuis l'oasis d'Ourir, au sud-ouest du Chott Melrhir, jusqu'au récent sondage de Schmourra, près de Tougourt, soit sur 120 kilom. Elle offre tout son développement à Ourlana, au croisement de la ligne transversale supposée. Sur toute cette longueur, des recherches suffisamment profondes me semblent appelées à fournir des eaux jaillissantes. Elles devraient être faites non aux oasis actuelles, dont certaines sont mal situées, et où des puits trop multipliés peuvent se nuire, mais en des points convenablement choisis, où se créeraient de nouveaux centres.

Je citerai quelques-uns des plus beaux puits de l'Oued Rhir :

Désignation des sondages.	Profondeur totale des sondages.	Débit total des nappes artésiennes captées.
	Mètres.	Litres par minute.
Ourlana — Tala em Mouïdi. . . .	77,30	5,000
Mazer — n° 3.	80,35	3,810
Tiguedidine — n° 2	72,20	3,180
Djama — n° 1.	63,20	4,600
Sidi Amran — n° 1	77,60	4,800
Tamerna Djeddida — n° 1	60,00	4,000
Sidi Sliman — n° 1	74,96	4,000

Plus au sud, vers l'Oued Mya et l'Oued Igharghar, doivent exister également des lignes d'eaux artésiennes. A Ouargla, où l'on trouve de nombreux puits artésiens indigènes, les sondages sont assurés du succès.

VI.

La région explorée de Laghouat à Goleah est dangereuse à cause du voisinage du Maroc, éminemment ingrate au point de vue des conditions naturelles, sans production autre que le bétail élevé par les tribus nomades. Le Mzad seul pourrait fournir un faible apport au chemin de fer. El Goleah est une oasis sans importance et isolée de toutes parts.

Au contraire, la région que traverserait un chemin de fer de Biskra à Ouargla est habitée par une population sédentaire et paisible; elle possède actuellement des ressources réelles qui peuvent se développer dans l'avenir, et offre des éléments de trafic local capables de compenser, au moins partiellement, les frais de construction et d'exploitation de la ligne.

Je dois à l'obligeance de M. Jus, directeur des sondages artésiens de la division de Constantine, un état très détaillé des oasis, non seulement de l'Oued Rhir et d'Ouargla, que desservirait directement la ligne projetée, mais encore des régions avoisinantes, Souf, Mzab et Zibans, qui en seraient, dans une certaine mesure, tributaires. Les chiffres sont basés sur des statistiques officielles, qui indiquent un nombre de palmiers inférieur au chiffre réel, et sur les moyennes de production des mauvaises années.

Le tableau suivant résume la production agricole annuelle :

		TONNES DE			TOTAUX.
		DATTES	ORGE.	BLÉ.	
Ligne de Biskra à Ouargla.	Oued Rhir, depuis Ourir jusqu'à Temassinin inclusivement.	8 000	1 200	»	9 200
	Région au sud de Temassinin, jusqu'à Ouargla inclusivement.	7 000	»	»	7 000
Régions avoisinantes.	Oued Souf	3 000	»	»	3 000
	Mzab.	1 000	»	»	1 000
	Zibans	14 000	1 700	900	16 600
Totaux.		33 000	2 900	900	36 800

Pour mémoire : blé, luzerne, garance, vigne, tabac, fruits et légumes.

J'ai cherché à me rendre compte du mouvement des échanges dans la région saharienne qui nous occupe, mais il est difficile de donner des chiffres précis à cet égard, ni de préjuger la répartition qui se ferait entre le chemin de fer, les caravanes et le commerce local.

Les Rouara sont des producteurs uniquement agricoles. On peut admettre qu'ils consomment un cinquième de leurs dattes. Ils échangent ou exportent le reste, ainsi que la plus grande partie de leur orge (qui est de qualité supérieure) et se procurent en retour des grains, des cotonnades, de l'épicerie, du fer fabriqué, de la quincaillerie, etc. Ces échanges se font soit directement par Biskra, soit par l'intermédiaire des nomades ou des Beni Mzab. Tougourt a un marché, où les Beni Mzab se procurent de la garance, du tabac du Souf, qu'ils revendent aux Arabes, des burnous, des haïks fins venant du Djérid, etc.

Le commerce d'Ouargla est en grande partie entre les mains des Beni Mzab, qui y apportent les céréales, les articles de vêtements et autres, et y achètent des dattes, des tissus de laine, etc.

Le Souf est en relation directe avec la province de Constantine et la Tunisie; mais le chemin de fer de l'Oued Rhir détournerait évidemment une partie de ce trafic à son profit.

Le Mzab ne peut suffire lui-même à la nourriture de ses habitants, dont un tiers environ émigre annuellement dans les villes du Tell. Les tissus de laine, confectionnés par les femmes, constituent la principale industrie du pays; 300 000 toisons y sont importées annuellement; les tissus sont échangés en pays arabe contre des grains, de la laine et des moutons, du beurre, etc. Les Beni Mzab, avant tout commerçants, sont depuis longtemps les intermédiaires du Sahara avec le Tell et la Tunisie. Nul doute que leur esprit industrieux ne se plie aux conditions nouvelles que le chemin de fer créerait au commerce du sud.

Les Zibans, bien que situés près de la tête du transsaha-

rien, ne peuvent être négligés dans cet aperçu des ressources du Sahara. Le principal article d'exportation, après les dattes, est fourni par les articles de laines, et notamment les tapis, qui y sont confectionnés et représentent environ 3000 tonnes annuellement.

De quel avenir ces contrées sont-elles susceptibles ?

Dans l'Oued Rhir, l'expérience indiquera jusqu'à quelle limite on peut rapprocher les puits et augmenter le débit total; mais cette limite est loin d'être atteinte aujourd'hui.

Je signalerai une étendue d'environ 900 hectares entre Sidi Yaya et Tamerna et une autre au moins équivalente entre Sidi Amran et Sidi Sliman, où l'expérience de M. Jus lui permet d'affirmer la réussite des sondages. Dans cette région, on peut espérer des débits de 3000 à 5000 litres, comme aux environs d'Ourlana. Une surface de plus de 1800 hectares, actuellement inculte, peut donc dès aujourd'hui être mise en valeur. En comptant 300 palmiers par hectare, on y planterait 540 000 plants de 3 ans, qui rapporteraient 12 kilogrammes par pied au bout de 5 ans, 15 kilogrammes, au bout de 6 ans et au moins autant pendant 100 ans; soit un surcroît de production annuelle de 8100 tonnes de dattes. On peut en outre compter sur 1200 tonnes d'orge à récolter sous les palmiers.

Je me crois donc autorisé à avancer que la production de l'Oued Rhir peut être tout au moins doublée et portée en chiffres ronds à un minimum de 20 000 tonnes.

Deux ateliers fonctionnent actuellement, en hiver, dans l'Oued Rhir sous l'habile direction de M. Jus. Ils appartiennent aux communes indigènes. Depuis 1876, les frais de sondage sont payés intégralement par les indigènes; il arrive souvent que ceux-ci empruntent aux nomades, pour faire face aux dépenses de leurs puits, et s'endettent. Le développement des institutions de crédit serait un bienfait pour ces populations, qui sont dignes d'intérêt et sur lesquelles le chemin de fer a besoin de compter.

L'autorisation de prêter les ateliers de sondage à des particuliers peut rarement être accordée, à cause du grand nombre des demandes indigènes et du petit nombre des ateliers. Cependant il semble désirable pour l'avenir de l'Oued Rhir qu'on y favorise les recherches privées et l'apport des capitaux pour la création de nouveaux centres.

Un troisième atelier de sondage est devenu nécessaire dans l'Oued Rhir.

Un quatrième atelier devrait également être créé pour la région d'Ouargla. La sonde française y est appelée par le vœu des populations, dont les dispositions désormais pacifiques semblent justifier la bienveillance du gouvernement.

Les cultures de l'Oued Rhir et d'Ouargla pourraient n'être pas limitées aux palmiers et à l'orge.

Des essais sur la culture du coton ont déjà été faits, avec succès, en grand, dans la plaine d'El Outaya, par M. Dufour, et à titre d'expérience, à Tougourt, par l'ancien agha Ben Driss. Il serait à désirer que ces essais fussent repris.

La vigne vient bien à l'oasis de Koudiat, annexe de Tougourt, où l'on en trouve 2000 à 3000 pieds.

Le tabac est déjà cultivé dans le Souf et les Zibans.

Parmi les nouveaux éléments de trafic, je mentionnerai les feuilles de palmiers, le drin et le senoc, qui sont utilisables comme pâte à papier et pour le tissage; et le sel des chotts qui peut être exploité économiquement et devenir un objet d'importation pour le Soudan.

Les pays voisins sont aussi capables de développement.

J'insisterai sur l'avenir qui semble réservé au désert d'El Fayd, situé au nord du Chott Melrhir dans le bassin de l'Oued El Arab. Là, sur des étendues immenses, on trouve un limon, épais de plusieurs mètres, extraordinairement fertile, qui dans les années pluvieuses ou en cas de crue de l'Oued El Arab, rapporte en blé jusqu'à 70 pour 1. Les Romains y possédaient un véritable grenier, et le rêve du général Desvaux était de faire revivre l'ancien état de choses. Les Romains avaient de nombreux barrages sur les rivières qui coulent de l'Atlas vers le Sahara. Aujourd'hui, tout se réduit à des barrages légers, de construction arabe, qui malheureusement sont emportés à chaque grande crue. L'établissement d'un barrage sur l'Oued El Arab serait une dépense considérable sans doute, mais productive. Il est à souhaiter que cette idée soit mise à l'étude.

Un barrage à pertuis, vers l'embouchure de l'Oued Djedi, permettrait enfin, indépendamment de son utilité pour le chemin de fer, de régulariser les submersions fertilisantes de cette belle vallée.

La région de l'Oued Rhir et d'Ouargla a été représentée comme fiévreuse, infecte, inhabitable. Le tableau me semble singulièrement noirci. Je crois, au contraire, avec le docteur Weisgerber, qu'elle peut devenir habitable pour les Européens, au même titre que les Marais Pontins, les rizières du Pô, ou la plaine de la Mitidja.

Les oasis seules sont vraiment insalubres. Cela tient d'abord au mode d'arrosage des palmiers, tel qu'il est pratiqué de temps immémorial, ensuite et surtout, à la stagnation des eaux qui n'ont pas été absorbées par les terrains arrosés et qui filtrent dans des fossés collecteurs, soit disant d'évacuation, fossés informes où l'écoulement ne se fait pas ou se fait mal. Quant aux villages, presque tous bâtis au milieu des oasis, aux points les plus bas, et entourés de fossés de défense, où se rassemblent les eaux croupissantes et où l'on jette les immondices, ils sont dans des conditions particulièrement malsaines. Les remèdes à un pareil état de choses sont d'abord de rectifier les fossés d'évacuation et d'assurer leur entretien par des mesures de police, de façon que le surplus des eaux d'arrosage soit drainé vers les régions de chotts, situées en contre-bas, qui s'offrent généralement dans le voisinage; puis, de combler les fossés de défense, devenus inutiles depuis la domination française, ainsi que l'agha Ben Driss l'a fait à Tougourt, où depuis 1874 les fièvres ont presque disparu, et a essayé de le faire à Ouargla.

Les nouveaux centres ne doivent plus s'établir au cœur même des cultures, mais à proximité, sur les monticules ou

les éminences; tels sont les emplacements du bordj de Tala em Mouïdi à Ourlana, du village de Tamerna Djedida, de la kasba de Ba Mendil près d'Ouargla.

CONCLUSION.

A mon avis, la situation du pays qui s'étend entre Biskra et Ouargla motiverait à elle seule l'établissement d'une voie ferrée, qui se trouverait prête pour servir d'amorce à la ligne transsaharienne, si les informations ultérieures prouvent ce qui est à prévoir, que c'est en effet d'Ouargla que cette ligne doit partir.

Dans sa dernière séance, la commission supérieure a demandé, conformément aux propositions de M. Choisy, que les lignes télégraphiques de l'Algérie fussent prolongées de Laghouat à Ouargla par le Mzab et de Biskra à Ouargla. Comme l'a si bien fait ressortir M. de Lesseps, comme le montrent les exemples des Américains, des Anglais en Australie et de M. de Lesseps lui-même en Égypte, le télégraphe doit être le fil conducteur de la civilisation dans le désert; le télégraphe doit précéder le chemin de fer.

Mais de Biskra à Ouargla, ce n'est pas le désert : le télégraphe devrait exister depuis longtemps, et le moment du chemin de fer semble venu. Si j'osais émettre un vœu, ce serait que, dans sa prochaine séance, la commission supérieure demandât le classement immédiat de cette ligne. C'est la seule du Sahara algérien où l'on trouve sécurité, population, ressources et avenir. Elle serait utile au développement de notre colonie algérienne dans le sud. Elle peut se faire, même indépendamment du transsaharien. Elle se fera un jour ou l'autre, si le transsaharien se fait.

Revenant à la question transsaharienne, je dirai : cette grande question n'est pas algérienne, mais uniquement française; pour la résoudre, plaçons-nous au-dessus des rivalités de province à province.

Le jour où l'opportunité du transsaharien sera démontrée, la France aura des concurrents redoutables; elle devra marcher et marcher vite. Le meilleur tracé sera le plus rapide, et s'il est vrai que le Haoussa doive être le but, tous les tracés partant d'Algérie seront notoirement plus longs qu'un tracé partant de Tripoli. Un moyen raisonnable s'offre de faire cesser cette infériorité.

Le réseau des chemins de fer algériens est classé et va être concédé jusqu'à Biskra, seul point où il accède au Sahara; prolongeons-le de suite jusqu'à Ouargla. Nous aurons avancé de 370 kilomètres, et serons prêts à toute éventualité.

Nous savons déjà, par la mission Flatters, qu'au sud d'Ouargla la traversée des grandes dunes n'offre aucune difficulté, et qu'un chemin de fer peut gagner les Ahaggar dans les conditions les plus simples au point de vue technique.

Prenons pied à Ouargla; et de là, le jour venu, lançons le vrai transsaharien.

G. ROLLAND,
Ingénieur au corps des mines,
membre de la mission transsaharienne d'El Goleah.

HISTOIRE DES SCIENCES

Les fondations de prix à l'Académie des sciences (1714-1880.) (1)

III.

L'Académie des sciences (1816-1880).

Ici commence la dernière période, la plus importante sans contredit, de ce travail que nous aurions voulu pouvoir présenter avec moins d'étendue. Napoléon disparaît et avec lui l'Institut national des sciences et des arts. Louis XVIII lui succède et date du château des Tuileries, le 21 mars de l'an 1816, et de son règne le vingt et unième, une ordonnance royale par laquelle il rétablit les quatre Académies et ajoute à celle des sciences, à celle des inscriptions et belles-lettres et à celle des beaux-arts, une classe d'académiciens libres.

Cette ordonnance n'apporte aucune modification au mode de distribution des prix fondés par l'État, mais elle présente assez d'intérêt pour que nous en donnions l'extrait suivant :

« Louis, par la grâce de Dieu, roi de France et de Navarre, à tous ceux qui ces présentes verront, salut.

« La protection que les rois nos aïeux ont constamment accordée aux sciences et aux lettres nous a toujours fait considérer avec un intérêt particulier les divers établissements qu'ils ont fondés pour honorer ceux qui les cultivent : aussi n'avons-nous pu voir sans douleur la chute de ces Académies qui avaient si puissamment contribué à la prospérité des lettres, et dont la fondation a été un titre de gloire pour nos augustes prédécesseurs. Depuis l'époque où elles ont été rétablies sous une dénomination nouvelle, nous avons vu avec une vive satisfaction la considération et la renommée que l'Institut a méritées en Europe. Aussitôt que la divine Providence nous a rappelé sur le trône de nos pères, notre intention a été de maintenir et de protéger cette savante compagnie, mais nous avons jugé convenable de rendre à chacune de ses classes son nom primitif, afin de rattacher leur gloire passée à celle qu'elles ont acquise et afin de leur rappeler à la fois ce qu'elles ont pu faire dans des temps difficiles et ce que nous devons en attendre dans des jours plus heureux.

« Enfin nous nous sommes proposé de donner aux Académies une marque de notre royale bienveillance, en associant leur établissement à la restauration de la monarchie et en mettant leur composition et leurs statuts en accord avec l'ordre actuel de notre gouvernement.

« A ces causes, et sur le rapport de notre ministre secrétaire d'État au département de l'intérieur,

« Notre conseil d'État entendu,

« Nous avons ordonné et ordonnons ce qui suit :

« Article premier.— L'Institut sera composé de quatre Académies, dénommées ainsi qu'il suit, et selon l'ordre de leur fondation, savoir :

« L'Académie française;

« L'Académie royale des inscriptions et belles-lettres;

« L'Académie royale des sciences;

« L'Académie royale des beaux-arts.

« Art. 2. — Les Académies sont sous notre protection directe et spéciale.....

(1) Voir p. 1107, n° du 23 mai 1880 et p. 1209, n° du 19 juin 1880.

« Art. 3. — Chaque Académie aura son régime indépendant et la libre disposition des fonds qui lui sont ou lui seront spécialement affectés.

PRIX DE CHIRURGIE OFFERT PAR DELPECH.

Par acte passé par-devant Me Péridier, à Montpellier, M. Delpech, le célèbre chirurgien, déclarait avoir inséré dans son ouvrage intitulé *Précis élémentaire des maladies réputées chirurgicales,* au tome Ier, page 280, une note dont la teneur suit :

« Nous ne craignons pas de renouveler ici le défi de Pibrac. Nous déclarons que nous avons déposé chez Me Péridier, notaire à Montpellier, un contrat en vertu duquel nous compterons la somme de *deux mille francs* à celui qui remettra deux fémurs tirés d'un même sujet, dont l'un aura été guéri, *sans la moindre difformité,* d'une fracture du col. Les pièces anatomiques devront être accompagnées de l'histoire de la maladie dûment certifiée, et que nous ferons examiner par la société de la Faculté de médecine de Paris et par celle de Montpellier, et les pièces elles-mêmes seront soumises à l'examen d'une commission choisie par l'Institut et composée d'anatomistes, de chirurgiens praticiens et de géomètres. »

Delpech ayant adressé à l'Académie une expédition de cet acte, avec une lettre datée du 3 juillet 1816, l'Académie des sciences, sur le rapport de Pelletan, déclara, le 2 septembre suivant, qu'elle refusait de s'occuper de cette affaire.

PRIX OFFERT PAR UN ANONYME.

L'Académie des sciences recevait, dans sa séance du 28 juillet 1817, la proposition qui lui était faite par un particulier de décerner un prix de *trois mille francs* à la personne qui inventerait la machine et le procédé le plus simple, le plus efficace et le moins dispendieux pour extraire du lin et du chanvre la plus grande quantité et la meilleure qualité de la matière propre à la filature.

Une commission ayant été nommée pour examiner cette proposition, Silvestre donna lecture, le 4 août suivant, d'un rapport dans lequel la question est traitée avec de grands développements. La commission déclare, par l'organe de son rapporteur, qu'elle pense que la publication d'un programme pour le travail du chanvre et du lin est désormais inutile, la machine inventée par M. Christian, directeur du Conservatoire des arts et métiers, réalisant parfaitement les vues exposées par le fondateur du prix proposé à l'Académie.

Cette conclusion fut adoptée dans cette même séance.

PRIX DE STATISTIQUE FONDÉ PAR UN ANONYME (M. DE MONTYON).

Le 1er septembre 1817, un anonyme proposait d'offrir un capital de *sept mille francs* pour la fondation d'un prix relatif à la statistique. Le 8 du même mois, Fourier, au nom d'une commission composée de Laplace, Lacépède, Maurice et Silvestre, proposait à l'Académie de prononcer l'acceptation de cette fondation, qui fut approuvée par une ordonnance royale du 22 octobre 1817.

En 1818, l'Académie faisait publier le programme suivant :

« Parmi les ouvrages publiés chaque année et qui auront pour objet une ou plusieurs questions relatives à la statistique de la France, celui qui, au jugement de l'Académie, contiendra les recherches les plus utiles, sera couronné dans la première séance publique de l'année suivante. On considère comme admis à ce concours les mémoires envoyés en manuscrits et ceux qui auraient été imprimés et publiés dans le cours de l'année. Sont seuls exceptés les ouvrages imprimés ou manuscrits des membres résidants de l'Académie. »

Le prix, consistant en une médaille de la valeur de *cinq cent trente francs,* fut proposé pour la première fois, pour l'année 1818, et décerné à M. Moreau de Jonnès.

L'Académie ayant exprimé le regret de n'avoir pas à sa disposition une seconde médaille pour la décerner à M. le baron Trouvé, le ministre a accordé pour cet objet une somme de trois cents francs.

Les ouvrages de MM. Quenot, Cavoleau et Massol ont été mentionnés honorablement.

Le prix de statistique est aujourd'hui de *cinq cents francs.*

PRIX FONDÉ PAR M. ALHUMBERT.

Le 15 septembre 1817, l'Académie recevait communication d'un testament par lequel M. A.-J. Alhumbert, ministre du culte catholique, l'instituait légataire de *trois cents francs* de rente perpétuelle sur l'État pour fonder un prix pour les progrès des sciences et arts.

Une ordonnance royale du 6 novembre suivant autorisait l'acceptation de ce legs, dont la valeur devait former le fonds d'un prix à décerner alternativement par l'Académie des sciences et par l'Académie des beaux-arts. Le 16 février 1818, M. Alhumbert n'ayant pas déterminé d'une manière précise la nature du prix qu'il avait entendu créer, l'Académie des sciences, sur le rapport de Cuvier, décidait qu'il serait donné « à des mémoires sur des questions particulières propres à compléter l'ensemble de nos connaissances ». En conséquence, elle proposait pour sujet du prix qu'elle devait décerner pour la première fois en 1819 la question suivante :

« Description anatomique des vers intestinaux connus sous le nom d'*Ascaris lumbricalis* et d'*Echinorhyncus gigas.* »

Le prix fut décerné à M. Jules Cloquet.

Dès l'année 1831, l'Académie, ne recevant aucun ouvrage pour le prix Alhumbert, prenait la résolution de cumuler les fonds annuels résultant du legs jusqu'à ce qu'il se trouvât une somme assez considérable pour indemniser les auteurs des dépenses que leurs recherches pouvaient occasionner. Cette somme fut fixée à *deux mille cinq cents francs.* Il résulte de cette situation que le prix Alhumbert ne peut être proposé aujourd'hui qu'à des époques indéterminées.

PRIX DE PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE FONDÉ PAR UN ANONYME (M. DE MONTYON).

Le 15 juin 1818, l'Académie recevait d'un anonyme, fondateur du prix de statistique, la proposition de consacrer une

pareille somme (*sept mille francs*) à la fondation d'un prix pour l'ouvrage le plus utile sur la physiologie expérimentale.

L'Académie ayant accepté cette fondation, le 22 juin, le roi l'approuva par une ordonnance du 22 juillet suivant.

Le prix représenté par une médaille de la valeur de *quatre cent quarante francs,* fut proposé pour la première fois pour l'année 1819 et décerné à M. Serres; un autre prix fut accordé à M. Edwards. MM. Breschet et Villermé obtinrent un accessit, enfin M. Isidore Bourdon fut mentionné honorablement.

Le concours de l'année suivante fut aussi considérable que celui-ci; aussi, dès le 20 mai 1820, l'Académie recevait-elle une nouvelle note du fondateur anonyme du prix de physiologie.

Dans cette note, l'auteur rappelait les trois fondations de prix qu'il avait faites jusqu'ici : statistique, physiologie et mécanique, et considérant que la physiologie, ayant pour objet les lois de la nature vivante, est la base de la médecine et de la chirurgie, sciences qui ont tant d'influence sur le sort de l'homme, il désirait contribuer, autant qu'il était en son pouvoir, au développement des connaissances physiologiques, et en conséquence, il proposait d'ajouter une somme de *sept mille francs* à pareille somme qu'il avait déjà donnée pour le même objet.

Ce complément de fondation fut approuvé par ordonnance royale du 5 juillet 1820 et l'Académie proposa, pour l'année 1821, un prix de physiologie expérimentale dont la valeur était portée à *huit cent quatre-vingt-quinze francs.*

Le prix a été partagé à titre d'encouragement entre M. Jules Cloquet et M. Desmoulins.

La valeur du prix est aujourd'hui de *sept cent soixante francs.*

PRIX DE MÉCANIQUE FONDÉ PAR UN ANONYME (M. DE MONTYON).

Le 16 août 1819, M. de Laplace présentait à l'Académie la note suivante :

« L'humanité, confirmée par la relligion, prescrit de contribuer autant qu'il est en soi, au bien-être de ses semblables. C'est un acte de bienfaisance efficace et louable que de travailler au développement de l'industrie et des connaissances humaines.

« Si l'Académie des sciences daigne approuver ces intentions, un anonyme est disposé à former en inscriptions sur le thrésor royal une rente de *cinq cents francs* pour fonder un prix annuel, en faveur de celui qui au jugement de l'Académie s'en sera rendu le plus digne, en inventant ou en perfectionnant des instruments utiles aux progrès de l'agriculture, des arts mécaniques et des sciences pratiques et spéculatives. »

L'Académie prononça l'acceptation provisoire de cette donation dans la même séance ; elle fut autorisée à l'accepter d'une manière définitive par une ordonnance royale du 29 septembre 1819.

Le prix, proposé pour la première fois pour l'année 1820, ne fut décerné qu'en 1823. — Trois médailles de 500 francs furent accordées à M. Burel, à M. P. Athenas et à M. A. Culhat,

La valeur actuelle du prix de mécanique est de *sept cents francs.*

PRIX OFFERT PAR UN ANONYME.

Dans la séance du 9 octobre 1820, un anonyme envoyait une lettre de change de *six cents francs,* à l'ordre de l'un des deux secrétaires perpétuels, pour servir à un prix sur les questions proposées par la note suivante :

« S'il n'est pas vraisemblable que toutes les molécules des corps, tant pondérables qu'impondérables, sont des corpuscules indivisibles?

« Si tous les fluides impondérables, non compris le fluide magnétique, ne peuvent pas être réduits à deux qui seraient l'électricité vitrée et l'électricité résineuse, et si, dans ce système, on ne devrait pas supposer que les molécules de chacun de ces fluides électriques se repoussent entre elles, qu'elles ont de l'attraction tant pour les molécules pondérables que pour celles de l'autre fluide, que le calorique et la lumière sont composés de l'une et de l'autre électricité, que la lumière bleuâtre ou violette est l'électricité vitrée la plus pure et que le rayon rouge est celui qui contient le plus d'électricité résineuse, etc., etc.? »

Dans la séance du 16 octobre, Laplace, au nom d'une commission, déclarait que les questions proposées ne pouvant être résolues ni par le calcul ni par l'expérience, il n'y avait pas lieu d'accepter cette donation. L'Académie adopta les conclusions de ce rapport.

L'auteur de cette proposition de prix est resté inconnu.

PRIX DE MÉDECINE ET CHIRURGIE ET PRIX DES ARTS INSALUBRES (FONDÉS PAR M. DE MONTYON).

Dans sa séance du 23 avril 1821, l'Académie des sciences recevait communication du testament de M. Antoine-Jean-Baptiste Robert Auget, baron de Montyon, né à Paris le 23 décembre 1733, mort à Paris le 29 décembre 1820, conseiller d'État avant la Révolution, successivement intendant de l'Auvergne, de la Provence et du Limousin.

Nous extrayons de ce testament les clauses suivantes :

« Je veux être enterré le plus simplement possible... 3° J'institue ma légataire universelle de tous mes biens, meubles et immeubles, de quelque nature qu'ils soient et en quelque pays qu'ils soient situés, présents et à venir, et en y comprenant les actions à exercer pour le recouvrement de mes droits, Mlle Robertine de Balivière, ma filleule, à la charge d'acquitter mes dettes et toutes les dispositions portées au présent testament....

« 11° Je veux qu'il soit employé une somme de 2400 à 3000 francs, pour faire une statue en marbre formant un buste de Madame Élisabeth de France, avec cette inscription: *A la vertu.* Ce buste sera placé dans un lieu où il pourra être vu de beaucoup de personnes, s'il est possible à la porte de l'église Notre-Dame, à Paris. Je ne me rappelle pas si j'ai jamais eu l'honneur de parler à cette princesse; mais je désire lui payer ici un tribut de respect et d'admiration.

« 12° Je lègue une somme de *dix mille francs* pour fournir un prix annuel à celui qui découvrira des moyens de rendre quelque art mécanique moins malsain.

« 13° Pareille somme de *dix mille francs* pour prix annuel en faveur de qui aura trouvé dans l'année un moyen de per-

fectionnement de la science médicale ou de l'art chirurgical.

« 14° Pareille somme de *dix mille francs* pour prix annuel en faveur d'un Français pauvre qui aura fait, dans l'année, l'action la plus vertueuse.

« 15° Pareille somme de *dix mille francs* en faveur du Français qui aura composé et fait paraître le livre le plus utile aux mœurs.

« Pour les articles précédents, 12 et 13, les prix seront distribués par l'Académie des sciences; pour les articles derniers, 14 et 15, par l'Académie française.

« 16° Je lègue à chacun des hospices du département de Paris une somme de dix mille francs, pour être distribuée en gratifications ou secours à donner aux pauvres qui sortiront de ces hospices et qui auront le plus besoin de secours. Comme il y a douze départements, cette disposition est un objet de cent vingt mille francs. La disposition sera faite par les administrateurs des hospices.

« 17° Je veux que les legs portés aux articles précédents, 12, 13, 14, 15, 16, ce dernier pour chacun des hospices de Paris, soient doublés, triplés et même quadruplés, en sorte qu'un legs porté à dix mille francs, soit porté à quarante mille francs, le doublement de tous ces legs précédant le triplement d'aucun d'eux, et le triplement de tous précédant le quadruplement d'aucun d'eux; cette progression pour avoir lieu si l'état de mes biens le permet...

« 19° Je donne à mes dispositions cette latitude indéterminée, parce que l'incertitude du montant des biens dans lesquels je puis rentrer et dont j'ai été dépouillé pour cause d'émigration, ne m'offre point un montant fixe de ma fortune.

« Fait à Paris, le 12 novembre 1819.

« AUGET DE MONTYON. »

Les Académies furent autorisées à accepter le legs Montyon par une ordonnance royale du 29 juillet 1821. A ce moment même commencèrent pour elles de longues et difficiles opérations, qui aboutirent cependant, le 25 avril 1822, à une transaction consentie à la fois par M[me] de Balivière, tutrice de la légataire universelle, par M. Duplay, représentant les hospices de Paris, par M. Raynouard, représentant l'Académie française et enfin par MM. Cuvier et Delambre, représentant l'Académie des sciences. Cette transaction fut approuvée par une seconde ordonnance royale du 10 juillet 1822.

L'Académie des sciences proposa immédiatement de décerner les prix Montyon, pour la première fois dans sa séance publique de l'année 1824.

Le résultat du concours fut le suivant :

Médecine et chirurgie. — M. Roux, prix de 3000 francs; M. Lassis, prix de 2000 francs ; MM. Amussat, Le Roy d'Etiolles et Civiale, mentions honorables.

Arts insalubres. — M. Labarraque, prix de 3000 francs; M. Parent du Châtelet, récompense de 2000 francs; M. Manuyer, de Strasbourg, récompense de 2000 francs.

Les années suivantes, les prix purent être beaucoup plus considérables, la presque totalité du legs étant rentrée dans la caisse de l'Académie.

Le 26 janvier 1829, désirant donner aux concours Montyon plus d'éclat et plus d'importance qu'ils n'en avaient eu jusque-là, l'Académie décidait que dorénavant ces prix seraient décernés, tant aux découvertes ou perfectionnements dont elle aurait eu connaissance qu'aux meilleurs résultats des recherches entreprises, d'après les questions qu'elle aurait proposées ; elle déclarait, en outre, que les pièces admises aux concours n'auraient droit aux prix qu'autant qu'elles contiendraient une ou plusieurs découvertes ou perfectionnements parfaitement déterminés.

« Si la pièce a été présentée par l'auteur, disait le rapport, il devra indiquer la partie de son travail où sa découverte se trouve exprimée. Dans tous les cas, la commission chargée de l'examen du concours fera connaître que c'est à la découverte dont il s'agit que le prix est décerné. »

Une ordonnance royale du 23 août 1829 approuva ces dispositions nouvelles. Aujourd'hui l'Académie propose, chaque année, trois prix de *deux mille cinq cents francs* chacun, et trois mentions honorables de *quinze cents francs;* elle accorde aussi, quand elle le juge conforme aux intérêts de la science, des citations honorables dont le nombre et la valeur sont indéterminés. Ces citations permettent aux concurrents de poursuivre avec plus de facilité les expériences qu'ils projettent.

On voit, par ce qui précède, combien nous avions de raisons d'appeler l'attention sur les immenses services rendus par M. de Montyon aux sciences et à ceux qui s'adonnent à leur culture.

Il conviendrait peut-être, cependant, d'ajouter encore à toutes les fondations dont l'Académie lui est redevable et dont nous avons présenté l'historique, celle d'un prix qu'il aurait destiné à *l'invention d'instruments propres à suppléer la main-d'œuvre des nègres;* mais il n'existe, soit dans les procès-verbaux de l'Académie, soit dans ses titres de propriété, soit dans ses archives ou ses programmes, aucune mention, de quelque nature qu'elle soit, de ce prix que M. de Montyon lui-même dit avoir fondé en 1792.

Nous n'avons à ce sujet que les renseignements qui suivent :

Au mois de mai 1819, M. de Montyon avait déjà créé les prix de statistique et de physiologie expérimentale, lorsqu'il crut entrevoir la possibilité de faire rentrer l'Académie en possession des donations qu'il lui avait faites avant 1793. Il écrivit, à cette occasion, au ministre de l'intérieur une lettre qui nous est inconnue, mais qu'on peut aisément reconstituer par la lecture des pièces suivantes :

MINISTÈRE DE L'INTÉRIEUR.

« Paris, le 1[er] mai 1819.

A Messieurs les Secrétaires perpétuels de l'Académie des sciences.

« Messieurs,

« Monsieur le baron de Montyon annonce avoir fondé autrefois plusieurs prix à distribuer *annuellement* par l'Académie royale des sciences. Le premier, au mois de mai 1780, pour la découverte des moyens de rendre les opérations des arts mécaniques moins dangereuses et moins malsaines. Capital, 12 000 francs.

« Le deuxième, au mois de juin 1780, pour des expériences utiles aux sciences. Capital, 12 000 francs.

« Le troisième, au mois de mai 1786, pour l'invention des moyens de simplifier les procédés des arts, 12 000 francs.

« Le quatrième, au mois d'août 1792, pour l'invention d'instruments propres à suppléer la main-d'œuvre des nègres. Capital, 12 000 francs.

« Son Excellence le ministre de l'intérieur me charge de vous prier, messieurs, de lui faire savoir si les registres de l'Académie royale des sciences font mention : 1° que ces capitaux ont été acceptés par elle dans le temps ?

« 2° Comment elle les avait placés et à quel taux ?

« 3° Si la Compagnie a eu quelquefois occasion de distribuer les prix, avant la loi du 8 août 1793, portant suppression des académies et sociétés littéraires qui étaient dotées par le gouvernement ?

« J'ai l'honneur, messieurs, de vous présenter l'assurance de ma considération distinguée,

« *Le maître des requêtes, directeur de la division*
« *de l'imprimerie et de la librairie,*

« VILLEMAIN. »

L'Académie répondit à cette dépêche ministérielle, le 8 du même mois, en faisant connaître le résultat des recherches auxquelles on avait dû se livrer. Ces recherches avaient été négatives pour ce qui concernait la fondation du mois d'août 1792.

Le même jour, M. de Montyon adressait directement à l'Académie la lettre qu'on va lire :

« *A Monsieur le secrétaire de l'Académie des sciences.*

« Monsieur,

« J'ai fait avant la Révolution des fondations en faveur de divers établissements pour des objets d'utilité publique.

« Ces fondations ont consisté dans des sommes qui ont été placées sur l'État, et dont les arrérages ont servi à des prix et autres distributions, adjugées annuellement par les établissements à qui ces sommes ont été données. La Révolution et les convulsions qu'elle a entraînées ont fait disparaître ces fondations.

« Je ne réclame point les sommes que j'ai données, je demande que ces fondations soient rétablies, et je me suis adressé, à ce sujet, à Son Excellence le ministre de l'intérieur.

« Je viens d'apprendre que Son Excellence a demandé à votre Académie des renseignements sur celles de ces fondations qui la concernent.

« L'existence de ces fondations est certaine. Mais ayant perdu par les suites de mon émigration presque tous mes papiers ainsi que mes biens, je ne puis donner des renseignements détaillés sur la manière dont ont été faits les placements et j'en connais seulement la date, l'objet et le montant des sommes, mais je me rappelle que, parmi ces fondations, il en est dont les fonds ont été placés à rentes perpétuelles, d'autres en rentes viagères sur la tête du roi ou de M. le dauphin.

« Si les fondations faites en faveur de votre académie sont dans cette dernière classe, le décès des augustes personnes sur la tête desquelles la rente est placée n'en peut opérer l'extinction, le décès étant le fait du débiteur; cette question ne serait pas douteuse s'il ne s'agissait que de particuliers, et elle ne peut être décidée différemment quand il s'agit de la nation. Au contraire, la continuation de la rente est encore plus nécessaire et plus constante par des principes d'équité publique et d'honneur national.

« Comme je ne réclame rien pour moi personnellement, c'est à vous, ce me semble, monsieur, deffenseur des intérêts de votre corps, à faire valoir cette considération qui doit faire impression sur un ministère respectable, pénétré de sentiments nobles et digne d'être l'interprète des hautes pensées de Sa Majesté.

« Je suis avec considération, monsieur, votre très humble et très obéissant serviteur,

« DE MONTYON.

« Paris, le 8 mai 1819.

« Mon adresse est : le baron de Montyon, rue de l'Université, n° 23. »

Cette affaire en resta là, et l'Académie ne crut pas qu'il lui fût possible de suivre M. de Montyon dans la voie où il voulait l'engager.

Le prix relatif à la main-d'œuvre des nègres paraît cependant avoir existé au moins à l'état de projet, car nous trouvons dans un ouvrage intitulé : *Vie de M. de Montyon par M. Alissan de Chazet* (1), une note fort intéressante à ce sujet :

« C'est à Genève qu'il (M. de Montyon) passa les premières années de son émigration ; il y était encore lorsqu'il obtint, en 1792, le dernier de tous les prix que l'Académie française ait donnés, et qui avait été remis cinq fois de suite. Le sujet était : *Les conséquences qui ont résulté pour l'Europe de la découverte de l'Amérique, relativement à la politique, à la morale et au commerce.* L'auteur ne se nomma point, mais il fut reconnu, parce qu'au lieu de prendre le prix, qui était de mille écus, il le destina à celui qui trouverait, au jugement de l'Académie des sciences, *les meilleurs moyens ou les meilleurs instruments pour économiser et suppléer la main-d'œuvre des nègres.* » (Page 44.)

M. Alissan de Chazet commet là une erreur qu'il importe de rectifier. Le prix proposé en effet par l'Académie française s'élevait seulement à douze cents livres et non à trois mille. Il est fort possible que M. de Montyon ait eu la pensée d'en consacrer la valeur à la fondation d'un prix, mais nous pouvons affirmer que ce prix n'a jamais été accepté ni, à plus forte raison, proposé par l'Académie des sciences.

On a remarqué sans doute l'article du testament de M. de Montyon par lequel il exprime la volonté expresse de faire élever un monument à la mémoire de Madame Élisabeth. Les Académies ont voulu se charger de l'accomplissement de cette clause touchante et elles ont demandé à M. le baron Bosio le buste qui en fait l'objet. N'ayant pu obtenir, après son achèvement, qu'il fût érigé, comme le demandait le testateur sur l'une des places publiques de la ville, elles s'empressèrent de le recueillir dans la salle même de leurs séances publiques, où on peut le voir aujourd'hui.

Désireuses enfin de rendre à leur bienfaiteur un public et éclatant hommage, les Académies et l'administration des hospices sollicitèrent, en 1838, l'autorisation de faire transporter les restes de M. de Montyon du cimetière de l'Ouest à l'Hôtel-Dieu de Paris. Cette translation effectuée, une céré-

(1) Paris, Gosselin, Delaunay, Mesnier, décembre 1829, brochure in-8° de XCII pages.

monie religieuse réunissait, le 25 avril, dans l'église Saint-Julien-le-Pauvre, l'Académie des sciences, l'Académie française, l'administration des hospices, un nombre considérable d'admirateurs de M. de Montyon et un nombre plus grand encore de ceux qu'il avait aimés et secourus.

A la suite de cette cérémonie, les restes du grand philanthrope étaient inhumés sous le péristyle de l'Hôtel-Dieu, au pied même de la statue élevée à sa mémoire. D'éloquents discours furent prononcés à cette occasion : M. le comte de Rambuteau, préfet de la Seine, prit la parole au nom de la ville de Paris et du conseil général des hospices ; M. de Barante, au nom de l'Académie française, et M. A.-C. Becquerel au nom de l'Académie des sciences.

La statue de Montyon, due au ciseau du baron Bosio, porte, sur son piédestal, une inscription ainsi conçue :

A LA MÉMOIRE
D'ANTOINE-JEAN-BAPTISTE-ROBERT AUGET DE MONTYON
BARON DE MONTYON
CONSEILLER D'ÉTAT
DONT L'INÉPUISABLE BIENFAISANCE
ET L'INGÉNIEUSE CHARITÉ
ONT ASSURÉ
APRÈS SA MORT COMME DURANT SA VIE
DES ENCOURAGEMENS AUX SCIENCES
DES RÉCOMPENSES AUX ACTIONS VERTUEUSES
DES SOULAGEMENS A TOUTES LES MISÈRES HUMAINES
NÉ LE 23 DÉCEMBRE 1733, MORT LE 29 DÉCEMBRE 1820

La démolition de l'ancien Hôtel-Dieu ayant été ordonnée, à la suite de la construction des bâtiments actuellement existants, les restes de M. de Montyon ont été provisoirement transportés, en juillet 1877, dans l'église Saint-Julien-le-Pauvre, où nous avons pu les voir au mois d'avril dernier. La plaque de cuivre gravée qui a été placée sur le cercueil porte encore, dans un parfait état de conservation, l'inscription suivante :

CE CERCUEIL
RENFERME LES RESTES DE ANTOINE-JEAN-BAPTISTE-ROBERT AUGET
BARON DE MONTYON
DÉCÉDÉ A PARIS LE 29 DÉCEMBRE 1820
EXHUMÉS DU CIMETIÈRE DE L'OUEST LE 25 AVRIL 1838
ET DÉPOSÉS LE LENDEMAIN A L'HOTEL-DIEU
AU PIED DE SA STATUE
PAR LES SOINS DU CONSEIL GÉNÉRAL DES HOSPICES DE PARIS
DE L'ACADÉMIE FRANÇAISE ET DE L'ACADÉMIE ROYALE DES SCIENCES
SES LÉGATAIRES

Il est permis d'espérer que la dépouille mortelle de M. de Montyon va retrouver, avant peu, dans le nouvel édifice de l'Hôtel-Dieu, la sépulture qui lui avait été réservée autrefois.

PRIX RELATIF A L'APPLICATION DE LA VAPEUR A LA MARINE FONDÉ PAR LE ROI LOUIS-PHILIPPE.

Le 13 novembre 1834, M. le baron Ch. Dupin, membre de l'Institut, ministre de la marine, adressait à l'Académie la lettre qui suit :

« Profondément convaincu de l'importance des secours que les arts des travaux publics doivent chercher dans l'application des sciences, le roi vient d'approuver le sujet suivant d'un prix de *six mille francs* à décerner par l'Académie des sciences dans la séance publique de 1836 :

« Au meilleur ouvrage ou mémoire sur l'emploi le plus avantageux de la vapeur pour la marche des navires et sur le système de mécanisme, d'installation, d'arrimage et d'armement qu'on doit préférer pour cette classe de bâtiments.

« Je m'estime heureux d'être l'organe d'une proposition qui sera, j'ose l'espérer, un motif de recherches et de perfectionnements dignes de la marine royale et dignes de l'Académie.

« Baron DUPIN. »

Ce prix ne put être décerné qu'en 1854, époque à laquelle l'Académie proposa au ministre de le partager également entre MM. Dupuy de Lôme, Moll et Bourgois.

Cette proposition ayant été adoptée, le ministre de la marine, M. Th. Ducos, demanda à l'Académie, conformément d'ailleurs au désir qu'elle en avait elle-même exprimé, de le proposer de nouveau à l'émulation des travailleurs.

De longues années s'écoulèrent encore avant qu'on pût trouver des travaux assez considérables pour le mériter et ce ne fut qu'en 1876 qu'il fut possible de l'attribuer à M. A. Ledieu, correspondant de l'Académie.

Pénétrée des difficultés qu'elle rencontrerait dans l'avenir, la question à proposer étant extrêmement restreinte, l'Académie demanda, le 9 décembre 1876, au ministre de la marine, en lui transmettant un rapport de M. l'amiral Jurien de La Gravière sur cet objet, de vouloir bien élargir le cercle étroit de l'ancienne formule et donner une plus grande latitude aux concurrents.

Le ministre, M. l'amiral Fourichon, s'empressa d'accéder au vœu de l'Académie et l'informa peu de jours après que, sur sa proposition, M. le président de la République, par un décret du 21 décembre, avait réglé que dorénavent le prix de *six mille francs* serait décerné « à tout progrès de nature à accroître l'efficacité de nos forces navales ».

Sous cette nouvelle forme, il a été partagé pour la première fois, en 1878, entre M. Baills et M. Perroy.

PRIX FONDÉS PAR M. BORDIN.

Par un testament en date du 27 avril 1835, M. C.-L. Bordin, ancien notaire à Paris, léguait à l'Institut royal de France douze mille francs de rente à diviser et à répartir chaque année entre l'Académie française, l'Académie des inscriptions et belles-lettres, l'Académie des sciences et l'Académie des beaux-arts pour la fondation de prix annuels dont le nombre et la valeur devaient être déterminés par des programmes spéciaux.

Sur ces douze mille francs, une somme de cinq cents francs devait rester à la disposition des Académies légataires pour les couvrir et les indemniser des frais et des dépenses annuelles que lui occasionnent les détails d'exécution.

M. Bordin est le seul jusqu'ici qui ait songé à ne pas laisser à la charge des Académies les frais résultant d'une fondation importante.

« Les sujets mis au concours, disait M. Bordin, auront toujours pour but l'intérêt public, le bien de l'humanité, les progrès de la science et l'honneur national.

« L'Institut sera saisi de cette rente de douze mille francs, du jour de mon décès; mais son entrée en jouissance ne commencera que du jour du décès de Mme Bordin. »

L'Académie fut autorisée à accepter ce legs par un décret du 12 novembre 1835.

Elle proposa pour la première fois de décerner le prix Bordin dans sa séance publique de l'année 1856.

La question proposée était la suivante :

Un thermomètre à mercure étant isolé dans une masse d'air atmosphérique, limitée ou illimitée, agitée ou tranquille, dans des circonstances telles qu'il accuse actuellement une température fixe, on demande de déterminer les corrections qu'il faut appliquer à ses indications apparentes, dans les conditions d'exposition où il se trouve, pour en conclure la température propre des particules gazeuses dont il est environné.

La question fut retirée du concours et remplacée par une autre.

Les questions du prix Bordin sont proposées, tous les ans, alternativement par les sections de sciences physiques et par les sections de sciences mathématiques.

Les prix sont de la valeur de *trois mille francs*.

E. Maindron.

(La suite prochainement.)

ASTRONOMIE

Les météores.

Les anciens ont vu dans les météores et dans les comètes des phénomènes lumineux des régions supérieures de l'air. Il est permis de croire que les philosophes de l'antiquité n'ont pas même songé à la possibilité d'expliquer des phénomènes si bizarres; ils auraient traité de fou celui qui aurait eu l'audace de l'essayer. Malgré la différence des époques, on n'aurait peut-être pas agi autrement, il y a deux ou trois siècles, si quelque précurseur de la météorologie avait voulu se faire l'interprète du temps probable et rattacher les variations atmosphériques à des causes générales. Aujourd'hui, on cherche; on prépare la solution. Je voudrais retracer les faits principaux de l'histoire des *aérolithes*, des *météores*, des *étoiles filantes*, phénomènes connus de tous, qui ont été l'objet de recherches très intéressantes et très variées, surtout depuis une vingtaine d'années (1).

Il n'y a pas de doute que des corps de nature particulière tombent sur la terre. Les annales de l'antiquité et des temps modernes relatent beaucoup de chutes d'aérolithes; il y eut même de graves accidents ; dans le catalogue des météores observés en Chine, on mentionne une pierre tombée du ciel, le 14 janvier 616, qui aurait détruit des chariots et tué dix hommes. Arago a recueilli plusieurs centaines de faits analogues.

On a pu croire d'abord que les aérolithes étaient lancés par les volcans de la terre ; l'examen attentif des faits ne permet pas de soutenir cette opinion. L'illustre Laplace eut un moment l'idée de faire venir les aérolithes des volcans de la lune. Mais on a abandonné cette théorie aussi bien que l'hypothèse atmosphérique préconisée par Aristote et remise depuis en honneur par quelques physiciens ; ils auraient voulu voir dans les vapeurs métalliques de toute nature qui s'élèvent des usines, etc., la matière première des aérolithes; il faut compter par millions de kilogrammes les vapeurs qui s'échappent des cheminées d'une grande usine métallurgique chaque année; il y a quelque analogie de composition entre les scories des hauts fourneaux et les aérolithes. Toujours est-il que les idées proposées par un physicien distingué, Chaldni, ont remplacé les hypothèses dont nous venons de dire un mot. Chaldni rattacha les étoiles filantes et les bolides ou globes enflammés à une cause commune; il y avait seulement différence d'éclat, différence de grosseur à l'avantage des bolides. Les uns et les autres étaient des corps répandus dans l'espace, obéissant comme les planètes à l'action attractive du soleil, mais trop petits pour être aperçus même avec le secours des instruments les plus puissants; le seul témoignage de leur existence se trouve dans le vif éclat qu'ils répandent en traversant l'atmosphère avec une incroyable vitesse. Les bolides ou boules de feu présentent les phénomènes les plus remarquables : ils se montrent de temps en temps; le plus souvent, après avoir jeté leur lumière, ils disparaissent. Parfois, leur apparition est suivie, à un intervalle de quelques minutes, d'une forte explosion semblable à celle d'un coup de canon. Plus rarement, les masses de matières appelées météorites viennent toucher le sol. On peut citer un bolide tombé en 1803, à l'Aigle, dans l'Orne, et un autre qui donna lieu en 1864 à d'intéressantes recherches de la part de M. Laussedat ; le bolide commença à luire à douze lieues au-dessus du sol, près de Montauban; il marchait avec une vitesse de cinq lieues par seconde; il éclata à quelques lieues de distance de la terre. L'année dernière, en Amérique, pays privilégié sous ce rapport, le 10 mai, dans l'État d'Yowa, un bolide fit explosion ; on trouva des morceaux pesant 270 kilogrammes (1).

Les minéralogistes ont étudié avec beaucoup de succès la composition et les aspects des météorites. Ces pierres se distinguent nettement des autres pierres qu'on rencontre sur la terre, et un examen attentif permet de reconnaître les météorites. On sait que le fer est l'élément prépondérant. Leur surface est scoriacée et présente des érosions caracté-

---

(1) Je me suis permis de faire plusieurs emprunts au livre si attachant, publié récemment en Amérique par MM. Simon Newcomb et Edward Holden, *Astronomy for schools and colleges*, New-York, 1879.

(1) Voir *Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences*, 26 avril 1880.

ristiques qu'on a pu imiter artificiellement. Un des membres de l'Académie des sciences, M. Daubrée, directeur de l'École des mines, a publié beaucoup de recherches intéressantes sur les météorites, et le second volume de ses *Études sur la géologie expérimentale* leur est en entier consacré.

Les bolides ne sont pas très fréquents. Les étoiles filantes, au contraire, se montrent souvent : chaque nuit on pourrait en voir ; mais, à certains moments de l'année, elles arrivent comme une pluie. C'est un spectacle qui étonne : on comprend qu'il ait causé quelque frayeur superstitieuse dans le passé. Depuis peu on a compris tout l'intérêt qui s'attachait à l'observation des étoiles filantes; on verra par la suite de cet article qu'elles nous aident à connaître la distribution de la matière dans le système solaire. Il convient tout d'abord de citer avec honneur le nom de M. Coulvier-Gravier qui s'est appliqué passionnément à l'étude de ces phénomènes : pendant un long temps, dans cet observatoire improvisé du Luxembourg que la ville avait mis à sa disposition, il a enregistré les chutes d'étoiles filantes. Ses patientes observations ne furent pas négligées. Du reste, à peu près vers ce temps, Le Verrier dirigeait ses études de ce côté et encourageait beaucoup les amateurs à suivre cette voie. L'Observatoire donnait l'exemple : aux époques les plus favorables, quelque astronome, sur la terrasse de l'établissement, était chargé de faire les observations : l'étoile semble se mouvoir en ligne droite entre deux constellations, l'observateur indique ces deux points à un assistant qui les joint alors sur une carte céleste placée devant lui, et une flèche marque le sens du mouvement; une montre donne l'heure afin que l'on puisse faire la comparaison des phénomènes observés dans deux stations différentes. Le matériel d'observation est donc des plus simples; il n'est pas besoin de lunettes, de cercles divisés; les calculs sont inutiles. Il suffit de posséder une connaissance détaillée des constellations.

Il y a encore bien des éclaircissements à donner au sujet des apparences que présentent les bolides et les étoiles filantes. Comment expliquer cette lueur très vive projetée dans l'espace, dans le cas des bolides, leur explosion fréquente, enfin à quelles causes rapporter l'aspect si caractéristique des météorites? Il ne serait peut-être pas possible d'exécuter dans les laboratoires d'expériences plus concluantes; la transformation du mouvement en chaleur et en lumière se manifeste ici pleinement. C'est à l'air qui les frotte que sont dues la chaleur et la lumière des bolides : ils sont animés d'une vitesse considérable en entrant dans l'atmosphère, la résistance de l'air devient de plus en plus grande, et, suivant la théorie mécanique de la chaleur, le mouvement qui se perd devient chaleur, puis lumière. Si le corps est très dur, la surface extérieure est seule fondue; mais souvent il doit arriver que le corps soit volatilisé. Les deux facteurs du phénomène sont donc la vitesse du bolide et la densité du milieu dans lequel le bolide pénètre, car la résistance du milieu dépend elle-même de sa densité et de la vitesse du corps. Plus la résistance sera grande, plus la transformation de la force vive perdue en chaleur sera subite; quand un obus vient tomber sur une plaque de blindage, on ne doit pas s'étonner que la chaleur développée fonde les parties voisines du trou d'obus. La détonation qui accompagne parfois l'apparition d'un brillant météore n'est pas due à une explosion du météore, mais à la secousse produite par le mouvement rapide dans l'atmosphère. Le phénomène rappelle celui des éclairs : l'air est subitement condensé et comprimé devant le météore, tandis que le vide se produit derrière lui. Il n'est pas étonnant que la pression énorme de l'air et la répartition inégale de la chaleur déterminent une rupture. D'un autre côté, les gaz comprimés et fortement échauffés produisent, à n'en pas douter, les érosions observées à la surface des météorites; les explications de ces apparences singulières données par M. Daubrée ont été confirmées très nettement.

J'ai dit plus haut que M. Laussedat avait pu retracer la marche d'un bolide dans l'espace. Les études de cette nature sont intéressantes à un double titre pour l'histoire des bolides et aussi pour celle de l'atmosphère. Jamais, peut-être, il ne sera possible de se renseigner autrement sur les hautes régions; les ballons ne peuvent s'élever au-dessus des couches d'air les plus basses. Un des premiers résultats auxquels a conduit l'observation des bolides a été la détermination approximative de la hauteur de l'atmosphère. Il est aisé de comprendre comment un tel résultat a pu être obtenu. Presque toujours les bolides sont aperçus par plusieurs personnes situées à quelque distance les unes des autres; il est possible d'établir qu'à un moment donné, le bolide a été vu de tel et tel point dans telle direction ; c'est le problème de la mesure d'une tour inaccessible quand on dispose d'une base et d'un graphomètre. L'atmosphère a été trouvée ainsi plus épaisse qu'on ne le croyait : elle n'a pas moins de 160 kilomètres.

Depuis qu'on examine avec plus de soin les étoiles filantes, on a vu qu'à certaines époques elles sont particulièrement fréquentes, et le mode d'observation si simple décrit plus haut a montré que les étoiles filantes paraissaient rayonner autour de quelques points du ciel. Toutes ces lignes, en effet, qui figurent les trajectoires des étoiles sur une carte céleste concourent à peu près quand on les prolonge; il faut donc que ces trajectoires se trouvent dans des plans passant par une même droite, allant de l'observateur au point de rencontre figuré sur la carte céleste, et, comme ce point ne change pas avec la position de l'observateur, on en conclut que les trajectoires des étoiles filantes sont parallèles. On comprend très bien qu'il doive en être ainsi en se représentant un essaim de météorites rencontrées par la terre : elles continuent de se mouvoir à peu près parallèlement. L'*Annuaire* du Bureau des Longitudes donne les positions, en ascension droite et déclinaison, des centres d'émanations ou *points radiants* des principaux essaims d'étoiles filantes.

C'est ici le point capital de la théorie. Les essaims des météorites qui rencontrent la terre périodiquement sont envisagés comme des particules de matière qui circulent autour du soleil à l'exemple des autres corps; on connaît donc un point de l'orbite décrite, le point de rencontre avec l'orbite terrestre; la connaissance de la période et de la distance du soleil donnera la vitesse de l'essaim au point considéré. D'un

autre côté, de la direction relative observée sur la terre on déduit la vitesse de l'essaim en grandeur et direction, puisque la grandeur et la direction de la vitesse de la terre sont parfaitement connues; bref, on aura d'une manière approchée la position et la vitesse de l'essaim en un point de son orbite qui, dès lors, pourra être déterminée par les principes de la mécanique céleste. C'est ainsi que Le Verrier et d'autres astronomes déterminèrent l'orbite du grand essaim de 1866. Humboldt, dans son premier voyage en Amérique, avait été témoin de l'apparition de cet essaim dans la nuit du 12 novembre 1799. Plus tard, en 1833, un grand essaim se montra dans la même contrée. En rapprochant les faits, Olbers pensa que le phénomène se reproduirait trente-quatre ans plus tard, en 1867; c'est ce qui arriva en effet. Pendant que Le Verrier publiait de son côté les éléments de l'orbite de l'essaim de 1866, le docteur Oppolzer de Vienne communiquait aux *Astronomische Nachrichten* les éléments d'une comète découverte à Marseille par Tempel. La concordance des nombres ne pouvait laisser de doutes : l'essaim des météorites de novembre se mouvait dans la même orbite que la comète de Tempel. En est-il de même pour tous les essaims d'étoiles filantes? Cela est très probable, de sorte que nous sommes conduits à rapprocher étroitement les comètes et les étoiles filantes. Le professeur Newton envisage les comètes comme formées de météorites : une comète sans noyau est un nuage formé avec ces petits corps; le noyau d'une comète plus brillante peut être formé par leur condensation.

Les pluies de novembre ne se reproduisent pas chaque année; la période est d'un tiers de siècle; le phénomène diminue rapidement d'intensité quand l'époque est dépassée. Les météores d'août, au contraire, sont visibles chaque année le 9 ou 10 du mois. Vers minuit, à ce moment, on les voit se mouvoir du nord-est au sud-ouest : ils laissent derrière eux comme une trace brillante qui s'évanouit quelque temps après. C'est à M. Schiaparelli, de Milan, qu'on doit d'avoir rattaché ce courant de météorites, appelé courant de Laurentius, à l'une des comètes découvertes en 1862. Mais d'où vient que les météores d'août se montrent chaque année et ceux de novembre de loin en loin? MM. Simon Newcomb et Edward Holden arrivent à cette conclusion curieuse que les météores de novembre ne font pas, depuis très longtemps, partie de notre système : « Il n'est guère probable qu'un groupe de corps si nombreux puisse avoir partout le même temps de révolution. En supposant qu'il en ait été ainsi au commencement, les actions des planètes auraient dû modifier cet état de chose. Avec le temps, ceux qui ont le mouvement le plus rapide auraient dépassé les autres jusqu'à les devancer d'un demi-tour et à les atteindre enfin par derrière; comme il arriverait dans une piste circulaire où courraient deux chevaux de force inégale. D'après cela, les météorites se disperseraient tout le long de l'orbite, et il devrait y avoir chaque année une pluie en novembre. Comme il n'en est pas ainsi, on doit conclure que l'essaim fait sa révolution depuis un temps relativement court qui peut être toutefois de quelques milliers d'années. »

Dans ces derniers temps, l'attention a été appelée sur la nature des poussières de l'atmosphère. Après un examen attentif et prolongé, M. Tissandier a montré que ces poussières pouvaient, par leur constitution, être rapprochées de la matière météorique (1). Un pareil fait isolé des précédents semblerait inexplicable aussi bien que les pluies de soufre et de sang, etc., mentionnées dans le *Livre des Merveilles;* au contraire, il se présente maintenant comme une conséquence toute naturelle de la dispersion de la matière cosmique.

Encore un mot au sujet de la *lumière zodiacale*. La matière des météorites qui, par une condensation plus ou moins grande, constitue les comètes, peut être rapprochée des gaz. L'éloignement de ses parties, qui s'écartent les unes des autres comme les molécules des gaz, autorise le rapprochement, et l'analyse spectrale de la lumière des comètes a montré les raies brillantes caractéristiques des gaz. Or si une pareille matière doit être répandue quelque part, c'est sans doute autour du soleil dispensateur de la matière de tout notre système. La surface du soleil qui dans les lunettes nous apparaît comme nettement terminée, doit donc se prolonger en une matière presque gazeuse et très échauffée. Il ne paraît pas déraisonnable d'assimiler la lumière zodiacale, disque d'un faible éclat, de forme lenticulaire entourant le soleil et situé à peu près dans l'écliptique, à un anneau de particules météoriques.

OCTAVE CALLANDREAU,
Aide-astronome à l'Observatoire de Paris.

BULLETIN DES SOCIÉTÉS SAVANTES

Académie des sciences de Paris

SÉANCE DU 5 JUILLET 1880.

M. le président annonce la mort de M. *Borchardt,* directeur du *Journal des Mathématiques* de Berlin, et correspondant de l'Académie.

— M. *Lœwy*. Étude de la variation de la ligne de mire faite au grand cercle méridien de l'Observatoire de Paris, construit par M. Eubens au moyen d'un nouvel appareil.

— M. *Janssen* pense que, par la méthode du renversement des images par la surpose, on peut arriver à obtenir la photographie de la chromosphère. Il faut que l'action lumineuse solaire s'exerce assez longtemps pour que l'image solaire devienne positive jusqu'aux bords, sans les dépasser. Alors la chromosphère se présente sous forme d'un cercle noir, dont l'épaisseur correspond à 8″ ou 10″. En comparant des photographies solaires positives et négatives obtenues le même jour, avec le même instrument, la mesure des diamètres montre que le cercle noir en question est bien en dehors du disque solaire.

— M. *Y. Villarceau :* Sur l'intégration des équations linéaires au moyen des sinus des ordres supérieurs.

— M. *Jamin* signale quelques conséquences de l'expérience

(1) Voir dans la *Revue scientifique* du 28 février 1880 la conférence faite par M. Tissandier à la Sorbonne.

de MM. Lontin et Fonvielle. Peut-être pourra-t-on ainsi connaître l'intensité des aimantations alternatives et rapides produites par les courants d'induction.

— M. *Duchartre* a suivi la marche de la végétation chez six marronniers d'Inde des Tuileries qui se font remarquer par la hâtiveté de leur végétation. Il a déterminé aussi la somme de chaleur reçue par ces arbres, en se servant de la méthode des sommes de température moyenne; il est arrivé ainsi aux conclusions suivantes :

1° Bien que la température ait été beaucoup plus rigoureuse, en décembre et janvier, pendant l'hiver de 1879-1880 que pendant celui de 1878-1879, la reprise de la végétation a été plus hâtive à la fin du premier de ces hivers qu'à la fin du second ;

2° La méthode des sommes de chaleur semble impuissante à expliquer une pareille différence de l'une à l'autre de ces deux années, entièrement dissemblables pour la marche et la quotité de la température ;

3° On ne peut songer à faire intervenir, en vue d'expliquer cette précocité, l'adoucissement considérable de la température qui est survenu entre les froids de décembre 1879 et ceux de janvier 1880, car un adoucissement plus fort encore et plus prolongé avait eu lieu, à la même époque, pendant l'hiver de 1878-1879.

4° La différence entre les sommes de chaleur reçue par l'arbre en 1879 et 1880 va en diminuant rapidement à partir de la reprise de la végétation. Elle a été d'abord plus que du simple au double; non seulement elle a fini par s'effacer, mais encore elle était remplacée par un excès au moment où les pousses ont amené leurs feuilles à une expansion complète. Il résulte de là que l'arbre a reçu plus de chaleur en 1880 qu'en 1879, depuis la reprise de sa végétation jusqu'au complet épanouissement de ses feuilles.

— M. *Daubrée* a reçu d'un curé de Bretagne une météorite tombée le 26 novembre 1874 à Kerilis (canton de Callac, Côtes-du-Nord). Son poids est d'environ 5 kilogrammes. Elle contient du péridot, du fer nickelé, de la pyrrhotine et de l'enstatite. L'enstatite est disposée en aiguilles rayonnant autour de certains centres en constituant des masses globulaires. Ces parties sont disséminées au milieu de péridot granulaire, qui contient aussi des grains métalliques de fer nickelé et de pyrrhotine. Par l'ensemble de ses caractères, la météorite de Maël-Pestivien se rapproche tout à fait de celles qui sont tombées, le 10 septembre 1813, à Limerick (Adare) et, le 10 octobre 1867, à Ohaba, dans le Siebenbourg. Comme celles-ci, elle fait donc partie du groupe des Sporadosidères, auquel appartiennent le plus grand nombre des chutes, et du sous-groupe des Oligosidères.

— M. *Chauveau*, en continuant ses remarquables expériences sur l'immunité des moutons algériens contre le sang de rate, a encore constaté des faits importants.

Tous les moutons indigènes de l'Algérie jouissent, à un degré plus ou moins marqué, de l'immunité contre le sang de rate, et peuvent la communiquer par le croisement aux moutons européens. Cette propriété est congénitale et naturelle. Les familles de moutons français qui se propagent dans le milieu algérien ne l'acquièrent pas; mais il n'est pas démontré que les familles de moutons algériens qui se propagent dans le milieu français ne puisse pas la perdre. On n'est donc pas encore autorisé à refuser toute influence au milieu algérien, au moins sur la conservation de l'immunité dont les moutons d'Afrique font preuve.

— MM. *Leclerc* et de *Bernardières* ont déterminé la différence de longitude entre Paris et Bonn. Les nombres trouvés ne diffèrent que de 0^s,04, écart minime, comme on voit.

— M. *Escary*. Remarques relatives à l'équation de Lamé.

— M. *Turquan*. Intégration d'un nombre quelconque d'équations simultanées entre un même nombre de fonctions de deux variables indépendantes et leurs dérivées partielles du premier ordre.

— M. *Thalen* a étudié les raies du métal *scandium* découvert en 1879 par M. W. Nilson. Il a pu obtenir une quantité suffisante de chlorure de scandium, extrait, soit de l'euxénite, soit de la gadolinite et de la keilhanite.

Les raies du scandium sont en général très caractéristiques, soit par leur groupement, soit par leur éclat. Elles sont presque toutes très fines, sauf quelques raies de la partie jaune et orangée, et les sept raies fortes situées dans la partie bleu violet du spectre, qui ont une certaine largeur. Parmi ces dernières, il en a une, 4374,0, qu'on pourrait soupçonner de coïncider avec une raie forte de l'yttrium. Cependant, par une comparaison directe, on voit qu'il y a entre ces deux raies une différence de position sensible, quoique très petite. En effet, c'est la raie du scandium qui est la plus réfrangible, mais sa longueur d'onde n'est inférieure à celle de la raie de l'yttrium que de 0,4 de l'unité choisie.

— M. *Trouvé* a imaginé un perfectionnement aux bobines du genre Siemens. Grâce à cette modification, on obtient un accroissement de travail considérable.

— M. *Charpentier* a étudié la sensibilité différentielle de la rétine: il a trouvé la sensation différentielle sensiblement constante et égale à 7 ou 8 centièmes. En d'autres termes, étant donnée une lumière, forte ou faible, que l'on présente à l'œil, il faut la diminuer ou l'augmenter de 8 centièmes environ pour produire une nouvelle sensation distincte de la première. On ne voit pas changer cette valeur en excitant des points de la rétine plus ou moins éloignés du centre ; elle est donc sensiblement la même dans la vision directe et dans les différentes directions de la vision indirecte. Enfin, elle ne paraît pas varier quand, au lieu de lumière blanche, on présente à l'œil de la lumière colorée, rouge, verte ou bleue.

— M. *Sabatier*, en étudiant les polysulfures d'ammonium, a constaté que les équivalents successifs de soufre se combinent à partir du tétrasulfure avec un dégagement de chaleur sensiblement nul. Quant au persulfure d'hydrogène, il est formé avec absorption de chaleur, comme l'eau oxygénée :



$$\text{H O gaz} + \text{O} = \text{H O}^2 \text{ liquide} - 5^{\text{cal}},4$$



$$\text{H} + \text{S}^n \text{ solide} = \text{H S}^n : \text{dégage} - 0^{\text{cal}},35.$$

— M. *Troost* a étudié la densité de la vapeur d'iode à diverses températures, et il a vu que cette densité, calculée avec $\alpha = 0,00367$ et $PV = 1$, diminue tout aussi bien à basse qu'à haute température. Toutes les hypothèses que l'on a faites, en s'appuyant soit sur une dissociation de l'iode, soit sur un changement isomérique, paraissent difficilement admissibles. Rien n'autorise à supposer qu'un vide partiel suffise pour produire une modification de cette nature. Les seules conséquences nécessaires des expériences faites à hautes températures ou à basses pressions sont que le coefficient de dilatation de l'iode est variable avec la température, et que son coefficient de compressibilité est variable avec la pression. Toutes les hypothèses proposées pour expliquer ces résultats devront tenir compte de cette double variation.

— M. *Nilson* a réussi à préparer 20 grammes d'oxyde d'ytter-

bium (Yb^2O^3) ou ytterbine. Il a trouvé un poids atomique de 17,301 pour ce métal. L'*ytterbine* se présente à l'état d'une poudre infusible et blanche. Densité : 9,175. Insoluble dans l'eau, elle se dissout aisément dans les acides, même étendus, à l'aide de l'ébullition ; à froid, elle n'est attaquée que difficilement, même par les acides concentrés. Les solutions, qui ont une saveur douce et astringente, sont absolument incolores et ne présentent aucune raie d'absorption dans le spectre. La terre et ses sels ne communiquent à la flamme aucune coloration ; mais, à l'aide de l'étincelle électrique, le chlorure donne un spectre très brillant. Il y a un sulfate anhydre (Yb^2O^3, $3SO^3$) et un sulfate aqueux, cristallisable (Yb^2O^3, $3SO^3 + 8H^2O$), un sélénite neutre, et un sélénite acide. L'oxalate est peu soluble.

— M. *Scheurer-Kestner* a étudié l'action de l'acide sulfurique sur le platine. Il conclut de ses expériences que l'acide sulfurique absolument pur n'attaque pas le platine, et qu'en se servant du sulfate d'ammoniaque recommandé par Pelouze on peut éviter à peu près complètement l'attaque des vases en platine ; que l'acide sulfurique qui renferme des traces d'acide azoteux dissout le platine, et que cette dissolution est d'autant plus active que le degré de concentration de l'acide est plus grand ; que l'acide sulfurique des chambres de plomb, même lorsqu'il renferme un excès d'acide sulfureux, attaque le platine, l'acide azoteux résistant à l'action de l'acide sulfureux et s'y trouvant à l'état de combinaison stable ; que, par conséquent, l'attaque du platine est toujours due à la présence de composés azotés dans l'acide sulfurique ; un dix millième suffit pour dissoudre une quantité de platine telle qu'elle n'a jamais été observée industriellement.

— M. *Villiers* généralise les résultats qu'il a obtenus en étudiant l'éthérification des hydracides. Ces recherches confirment la conception féconde par laquelle M. Berthelot regarde les dissolutions des hydracides comme des solutions des hydrates les plus concentrés, et même d'acide anhydre, dans les hydrates plus avancés, cet acide anhydre et ces premiers hydrates existant dans le mélange dans des proportions déterminées par les conditions de leur propre dissociation et pouvant manifester directement leur action individuelle dans les réactions chimiques. L'éthérification résulte probablement des équilibres qui s'établissent entre les hydrates et les alcoolates, les uns et les autres étant à l'état de dissociation partielle.

— M. *Miquel* a étudié les lois qui président à la diffusion des bactéries et des germes dans l'atmosphère. Le chiffre des bactéries atmosphériques, très faible en hiver, croît au printemps, se montre élevé en été et en automne, puis baisse rapidement pendant les frimas : loi également applicable aux spores des champignons ; mais, tandis que les graines des moisissures sont abondantes pendant les périodes humides, le chiffre des bactéries aériennes devient alors très faible, et ne s'élève de nouveau que lorsque la sécheresse envahit le sol, précisément à l'instant où les spores de moisissures se font rares ; si bien qu'aux maxima des microbes-moisissures correspondent les minima des microbes-bactéries et réciproquement. Ce sont là des faits que les courbes graphiques rendent avec une netteté saisissante. En rapprochant du nombre des décès causés à Paris par les maladies infectieuses le chiffre des bactéries présentes dans l'atmosphère, on voit que toute recrudescence de bactéries aériennes est suivie à huit jours d'intervalle d'une recrudescence de décès par les maladies dites contagieuses et épidémiques.

— M. *Bouchut* a fait quelques expériences avec le suc laiteux du figuier. Il semble que ce liquide ait un pouvoir digestif (peptonisation de la fibrine) égal à celui du suc du *Carica papaya*.

BIBLIOGRAPHIE

Quarterly Journal of the Geological Society of London.

Vol. XXXVI, 1re partie. — N° de février 1880.

1° Nodules et fragments de roches inclus dans le Granite, par *Arthur Phillips*. — Pendant longtemps le granit a été considéré comme la roche fondamentale; on sait maintenant qu'il n'en est rien, ainsi qu'en témoignent les fragments nombreux de roches plus anciennes, qu'il renferme à l'état de débris, arrachés au moment de ses émissions. L'étude de ces inclusions est du plus haut intérêt; M. Phillips décrit en détail celles qu'il a pu reconnaître dans les granites d'Angleterre, où elles semblent très fréquentes, si on en juge par ses descriptions. D'après lui, elles seraient de deux sortes : les unes de forme généralement ovoïde, ou parfois polyédrique, avec une structure concrétionnée, présentant la même composition minéralogique que la roche ambiante, à cette seule différence près qu'elles sont plus feldspathiques et à grains plus fins, doivent être considérées comme de simples ségrégations de la masse. Leur formation est donc contemporaine de la consolidation de la roche et comparable en tous points à celle des globules de la *Napoléonite* (1).

Les autres, de beaucoup les plus intéressantes, sont de forme schisteuse; il est facile de se rendre compte qu'elles sont étrangères et de composition très variable; leur structure est toujours au granite entaissant et ne s'y rencontrent qu'à l'état d'emprunt. M. Phillips signale, parmi ces dernières, des fragments de gneiss, de micaschistes, des schistes amphiboliques et de la granatite. Ces débris, arrachés, toujours anguleux, ne portent aucunes traces d'altération, ce qui permet encore de réfuter l'opinion de ceux qui considèrent le granite comme une roche métamorphique.

2° Description d'un crane d'Argillornis longipennis, par le professeur *Owen*. — A ce propos, le savant professeur fait remarquer les grandes analogies que présentent les os huméraux et crâniens, maintenant connus de cet oiseau et découverts dans l'argile de Londres à Sheppey, avec ceux des grands albatros actuels (*Diomedea exulans*).

3° Description d'un nouvel ornithosaurien des schistes de Stonesfield de Kineton, sous le nom de Rhamphocephalus Prestwichi, par *H.-G. Seeley*.

4° Note complémentaire au sujet des vertèbres cervicales et dorsales de l'Ornithopsis, Seel. (Eucamerotus, Hulke). Dinosaurien du Wealdien, par *J.-W. Hulke*.

5° Comatules nouvelles des terrains secondaires de l'Angleterre, par *Herbert Carpenter*. — Dans ce travail, M. Carpenter, à qui l'on doit la description des comatules draguées par le *Challenger*, étudie comparativement les espèces fossiles anglaises qui étaient encore peu connues. Il décrit et figure de la sorte sept espèces nouvelles qui sont : *Antedon rugosa* (craie de Sussex), *A. æquimarginata* (gault de Folkestone), *A. rotunda* (Haldon Greensand, néocomien); *A. prisca* (Bradford-clay, Circencester); *Actinometra Loveni*, (gault de Folkestone), *A. abnormis* (Bradford-clay, Circencester); *A. Mulleri* (oolithe de Bath). Une seule espèce avait été décrite, l'*Antedon paradoxa*, Goldf. sp. de la craie de Douvres.

6° Les poissons du Cannel-Coal, dans l'ouest du Yorkshire, par *James W. Davis*. — Cette couche, intéressante à plus d'un titre, se trouve placée dans la région étudiée par M. Davis, à la base du terrain houiller moyen, qu'elle sépare ainsi très nettement de l'inférieur. Elle se compose, dans le centre du bassin, d'une bande de charbon bitumineux, très riche et très compacte, qui s'amincit ou s'appauvris-

(1) C'est le nom que l'auteur donne à la fameuse diorite orbiculaire de Corse! Sans parler de la bizarrerie de ce terme, qui ne s'explique guère, la roche ayant été décrite avec beaucoup plus de raison sous celui de *Corsite*, nous ne pouvons partager ici l'opinion de l'auteur et comparer avec lui l'isolement si fréquent des minéraux du granite à l'état grenu dans la masse, à la formation premorphique des sphérolithes dans les roches globuleuses.

sant vers la périphérie pour faire place, sur la bordure, à de simples schistes bitumineux. M. Davis établit que ces assises, associées à des schistes remplis d'*Anthracosia*, ont dû se former dans un lac peu profond, soumis à des dessèchements partiels. C'est là une conclusion importante, en raison du nombre considérable des élasmobranches qui se rencontrent dans ces dépôts, avec des ganoïdes; jusqu'à présent, en effet, ces poissons avaient toujours été considérés comme marins. La faune ichtyologique du Cannel-Coal est d'une richesse extrême; dans la seule localité de Tringley, et dans un petit espace, M. Davis a pu recueillir une centaine d'individus, bien conservés, parmi lesquels il a reconnu vingt-cinq espèces, dont deux nouvelles : *Compsacanthus triangularis*, *C. major*, qu'il décrit, réparties dans dix-sept genres, dont un également nouveau, *Ostracanthus dilatatus*. Les *Cœlacanthus* sont principalement abondants; les épines de *Gyracanthus*, de *Ctenacanthus*, d'*Ostracanthus* et de *Pleuracanthus* (ce dernier genre comprend à lui seul huit espèces), sont également fréquentes; elles indiquent des poissons de grande taille. Il en est de même du *Megalicthys Hibberti*, qui pouvait atteindre cinq pieds de long.

Le *Cannel-Coal* de Tringley n'est pas une formation locale; on le retrouve avec ses mêmes caractères et ses poissons, à Linton, sur les bords de l'Ohio. De cette localité, on connaît trente espèces et tout autant d'amphibiens. Les *Cœlacanthus* sont encore abondants, de même les épines d'*Ostracanthus* et de *Compsacanthus*; ici un Ganoïde, *Eurylepis*, comprend neuf espèces.

En Bohême, à Nyřan et à Kounová, il existe également un lit de Cannel-Coal, dans lequel le docteur Anton Fritsch a reconnu un grand nombre de poissons et de labyrinthodontes. Mais ce charbon est plus récent que celui de Tringley; il occupe le sommet du terrain houiller de la région et forme, pour ainsi dire, une couche de passage avec le permien. Sa faune est, du reste, tout à fait différente et présente aussi des caractères de transition; elle comprend trente-trois espèces de poissons, parmi lesquels abondent le *Ceratodus Barrandei*, les *Ostracanthus* et *Pleuracanthus*, des *Paleoniscus* et des *Amblypterus*. Les élasmobranches, dans le type du *Gynacanthus* et du *Ctenacanthus*, si abondants à Tringley, y font défaut; enfin elle tire son principal caractère de la présence de quarante-trois espèces de labyrinthodontes.

7° Contributions a l'histoire physique des silex de la craie, par le docteur *Wallich*. — M. Wallich attribue à ces silex une origine exclusivement organique. D'après lui, ce seraient des protozoaires et principalement des spongiaires, qui, dans les grandes profondeurs des océans, auraient fixé la silice gélatineuse, étalée à la surface des vases calcaires habitées par les globigérines. La craie et les silex qu'elle renferme, soit à l'état noduleux, soit en nappes plus ou moins continues, aurait ainsi le même mode d'origine, puisque la première est due aux foraminifères. Aux spongiaires revient principalement la formation des nodules, tandis que les nappes siliceuses stratifiées sont dues aux masses protoplasmiques répandues à la surface des dépôts vaseux dans les grands fonds. Dans ces actions, il attribue dès lors un rôle considérable au *Bathybius*, qui n'est lui-même, dit-il, qu'un protoplasma d'éponge! Il termine enfin en revenant longuement sur les analogies des vases calcarifères de l'Atlantique avec la craie.

Cette communication, dont les conclusions sont vivement combattues par MM. Evans, Seeley, Charlesworth, donne lieu à une longue discussion. Nous ne savions pas qu'il était réservé à ce précipité gélatineux, que le nom de *Bathybius* a rendu célèbre, de devenir un grand producteur de silex.

8° Notes pétrographiques sur les roches du lac Maree, par *Rev. Bonney*.

9° Existence probable d'une espèce minérale nouvelle dans les roches anciennes de l'Invernesshire, par *William Jolly* et *Macdonald Cameron*. — Ce minéral, dont la formule serait $6\,SiO^2$, Fe^2O^3, FeO, $2\,MgO$, d'après les analyses de M. Cameron, se trouve dans des roches diverses, mais principalement associé à de grandes masses feldspathiques. C'est une substance amorphe bleue, difficilement attaquable par les acides, qui se réduit en une poussière brune au chalumeau, et fond sous l'influence d'une forte pile, en donnant un globule métallique, légèrement magnétique.

10° Sur la température probable de l'océan primordial, par *Robert Mallet*. — M. Robert Mallet se fonde sur les pressions énormes exercées par l'atmosphère dense et chargée de vapeurs qui enveloppait notre globe aux époques primitives, pour établir la température considérable des premières eaux, qui ont pu se maintenir à l'état liquide à sa surface.

11° Carnivores fossiles des monts Sivalik, par *B.-N. Bose*. — M. Bose décrit, d'après des ossements provenant de ces riches gisements indiens, parvenus au *British Museum*, diverses espèces nouvelles appartenant aux genres *Machærodus*, *Felis*, *Hyæna*, *Viverra*, *Lutra* et *Canis*.

Les carnivores étant de beaucoup les animaux les moins connus de cette belle faune, nous en profitons pour donner ici la liste complète des espèces qui en ont été décrites : *Amphicyon palæindicus*, *Hyænarctos sivalensis*, *H. palæindicus*, *Machærodus sivalensis*, *M. palæindicus*, *Pseudælurus sivalensis*, *Enhydriodon sivalensis*, *Ictitherium sivalense*, *Viverra Bakerrii*, *Canis curvipalatus*, *C. sp.? Hyæna sivalensis*, *H. felina*, *Felis cristata*, *F. sp.?*, *Lutra palæindica*, *Mellivora* (*Ursitaxus*) *sivalensis*. Sur ces douze genres, les six premiers sont aujourd'hui éteints.

M. Bose montre ensuite les relations existant entre cette faune et celle de Sansan qui, sur onze genres de carnivores, en présente dix de communs; ses analogies sont encore plus grandes avec celle de Pikermi, que M. Gaudry nous a fait connaître. Il les rapporte toutes deux au miocène supérieur, en admettant dans celle des monts Sivalik l'existence de quelques formes pliocènes.

CHRONIQUE

Association française pour l'avancement des sciences. — L'Association française tiendra à Reims, du 12 au 19 août 1880, sa neuvième session, sous la présidence de M. Krantz, sénateur, commissaire général de l'Exposition universelle de 1878. Cette session, en vue de laquelle les compagnies de chemins de fer ont bien voulu accorder une réduction de moitié sur le prix des places, promet d'être fort belle.

Nous avons publié une première liste des communications promises pour les séances des sections; ajoutons que les questions suivantes seront traitées en séance générale : M. Alglave, *Réforme du Budget*; M. Javal, *l'Hygiène de la lecture*; M. Ch. Richet, *le Sommeil naturel et le Sommeil provoqué*. Il y aura deux conférences, conformément aux traditions, la première, *sur le Transformisme*, par M. Perrier, professeur au Muséum d'histoire naturelle; la seconde, *sur les Gaz et la Matière radiante* (avec expériences), par M. C.-M. Gariel, ingénieur des ponts et chaussées, agrégé de la Faculté de médecine de Paris.

Le programme de la session de Reims comprend également des visites aux établissements scientifiques et industriels de la ville et de la région, ainsi que des excursions qui permettent de voir Châlons et le camp d'Attila, Épernay et le château de Baye, Sainte-Menehould et l'Argonne, Saint-Gobain, etc., sans compter une excursion finale qui aurait pour but la vallée de la Meuse et les grottes de Han en Belgique.

Pour tous les renseignements, s'adresser, à Paris, au secrétariat de l'Association, 76, rue de Rennes, et à Reims, à M. le docteur Langlet, secrétaire du comité local.

— Légion d'honneur. — Parmi les promotions et nominations dans la Légion d'honneur, faites à l'occasion de la fête du 14 juillet, nous signalerons les suivantes qui intéressent le monde scientifique :

Commandeurs : MM. le docteur Alph. Guérin, membre de l'Académie de médecine; docteur Germain Sée, professeur à la Faculté de médecine.

Officiers : MM. Chauveau, directeur de l'École vétérinaire de Lyon; Ch. Briot, professeur à la Faculté des sciences de Paris; Yvon Villarceau, membre de l'Académie des sciences; Regnault, professeur à la Faculté de médecine de Paris.

Chevaliers : MM. Grimaux et de Seyne, professeurs agrégés de la Faculté de médecine; Émile Cabelles, directeur de la sûreté générale au ministère de l'Intérieur; Girard de Rialle, sous-directeur des archives au ministère des affaires étrangères; Ball, professeur à la Faculté de médecine de Paris; Morel, professeur à la Faculté de médecine de Nancy; Pouchet et Vaillant, professeurs au Muséum d'histoire naturelle; Brown-Séquart, professeur au Collège de France; Gaillot, astronome; Gripon, professeur à la Faculté des sciences de Rennes; Terquem, professeur à la Faculté des sciences de Lille; Contejean, professeur à la Faculté des sciences de Poitiers; Combette et Vintéjoux, professeurs de mathématiques au lycée Saint-Louis; Hamy, aide-naturaliste au Muséum d'histoire naturelle.

— Société d'anthropologie allemande. — La onzième réunion du congrès anthropologique allemand aura lieu cette année, à Berlin, du

5 au 12 août 1880. Les savants étrangers qui voudraient y prendre part sont priés de le faire savoir à M. Albert Woss (alte Jacobstrasse, 167, W.) à Berlin.

— Entretien des routes en France. — La dépense moyenne de l'entretien des routes en France est d'environ 31 millions pour 37 000 kilom. de routes nationales, de 20 millions pour 41 000 kilom. de routes départementales, et de 75 millions pour 260 000 kilom. de chemins vicinaux, sans compter les ponts et les rectifications importantes dans les tracés. Le prix des matériaux varie beaucoup suivant les départements; il est en moyenne de 6 fr. 70 par mètre cube. Les statistiques prouvent qu'on emploie annuellement 23 mètres cubes par kilomètre, et l'on a calculé que, pour tenir les routes en excellent état, il faudrait en employer 28 avec une dépense de 3 millions de plus. Actuellement, les matériaux employés à la réfection des routes s'élèvent à 1 326 000 mètres cubes. Tout cela est brisé et réduit en poudre par les roues des voitures et les pieds des chevaux. Réuni en tas, cela formerait une tour de 130 mètres de diamètre et de 100 mètres de hauteur. Répandu également sur toutes les routes de France, cela formerait une épaisseur de 6 millimètres.

— Commerce de l'Algérie en 1878. — En réunissant l'entrée à la sortie pour chacun des ports de l'Algérie, on obtient les résultats ci-après indiqués :

	Voyages.	Tonneaux.
Philippeville	1403	307 971
Alger	1271	306 560
Bone	982	272 792
Oran	940	153 299
Gigelli	558	126 548
Bougie	338	111 257
Collo	745	65 528
Dellys	316	43 693
Beni Saf	355	38 085
Nemours	164	32 593
La Calle	421	24 326
Mostaganem	123	20 591
Arzew	139	8 229
Tenez	101	6 839
Cherchell	117	8 741
Mers El Kébir	8	738
Stora	21	249
Ports non occupés	926	40 647
Total	8928	1 564 686

— Un purificateur électrique a blé. — Une exposition publique de cet instrument inventé par deux gens de New-Haven a eu lieu dans cette ville, le 13 mars. Le fonctionnement de l'appareil est, dit-on, plein de promesses. Par-dessus les toiles à bluter en fils de fer, se trouvent des cylindres en caoutchouc, qui tournent lentement contre des bandes de peau de mouton, et sont ainsi électrisés. Le son léger est attiré par ces rouleaux, pour être emporté dans un réceptacle convenable. Cette substitution de l'attraction électrique au souffle atmosphérique pour séparer le son de la farine diminue, dit-on, la perte, en même temps qu'elle n'oblige pas à faire le travail dans une chambre close et qu'elle prévient le danger des explosions. L'exposition de ce procédé a eu lieu dans une salle ouverte, et il n'y a eu ni poussières ni déchets.

— Fauves au Jardin des Plantes. — Le Jardin des Plantes a reçu, ces jours-ci, quatre tigres, qui, débarqués de Toulon, ont fait route pour Paris, où leurs cages étaient prêtes à les recevoir.

Voici à ce propos la nourriture des divers animaux de la ménagerie :

Les singes se nourrissent de carottes, de pommes de terre cuites, de salade, de pain, de maïs et de pommes. Coût de la nourriture par tête et par jour : 3 francs.

Voici maintenant l'ordinaire des carnassiers : le lion, le tigre et l'ours, 5 kilogrammes de viande fraîche avec les os. — La panthère, de 3 à 4 kilogrammes de viande fraîche avec les os. — L'hyène, de 2 à 3 kilogrammes de viande fraîche avec les os. — Le chat sauvage, 500 grammes de viande fraîche sans os. — Le vautour, 1 kil. 500 gr. de viande fraîche avec les os. — L'aigle, 1 kilogramme de viande fraîche avec les os. — Le faucon, 500 grammes de viande fraîche sans os.

L'éléphant mange par jour quatre bottes de sainfoin, 1 décalitre de son, 2 kilogrammes de pain, 3 ou 4 bottes de paille d'avoine, coût : 6 francs par jour. — La girafe mange une botte de luzerne, 2 livres de pain, 1 litre d'orge, 1 litre de féverolles, 2 litres de maïs; sa nourriture revient à 2 fr. 50 ou 3 francs. — Le cerf, qui ne mange qu'une demi-botte de luzerne, 5 litres de son, ne coûte guère que 1 franc. — Quant aux gallinacés, perroquets, etc., ils ne coûtent que 25 ou 30 centimes par jour.

— Canal intérieur en Amérique. — On vient de former en Amérique le projet d'établir une grande voie de communication par eau, dans l'intérieur des terres, entre le golfe Saint-Laurent et le golfe du Mexique. Ce plan serait d'une grande importance pour les États de l'ouest de l'Amérique du Nord. Par cette route, le lac Michigan serait relié au Mississipi par un canal assez profond pour donner passage à des bâtiments de 2500 à 2800 tonnes.

La première partie de ce plan consiste à élargir le canal actuel entre Chicago et Joliet sur une distance de 35 milles. A ce point, il rencontrera les rivières de Desplaines et de l'Illinois qui seront adaptées au système général par des barrages et des écluses. La troisième section, sur une distance de 227 milles, entre La Salle et Grafton, ne demandera que des améliorations dans la rivière de l'Illinois.

Dans la totalité du canal, il y aura 17 écluses chacune de 350 pieds de long et de 75 pieds de large, et environ 20 barrages. Le coût de l'ensemble des travaux est évalué à 18 196 918 dollars. Cette voie de communication par eau ouvrira un débouché à une masse considérable de produits, et, par suite de la réduction du fret sur les matières encombrantes, on compte recouvrer promptement le capital qui aura été déboursé.

— Skating-Ring en carbonate de soude. — On vient d'inventer, pour patiner, une surface à laquelle on a donné le nom de glace de cristal. Partant de cette observation que la glace n'est après tout qu'une substance cristallisée et qu'on ne manque pas de substances cristallisables à une température ordinaire, le docteur Galantarients a expérimenté un certain nombre de sels et a fini par former un mélange consistant principalement en carbonate et sulfate de soude, qui, étant étendu de manière à former une substance plane, peut servir à patiner avec des patins ordinaires exactement comme la glace. Il en a tout à fait l'aspect; quand il a été un peu usé par les *patins*, sa ressemblance est telle qu'il est possible de s'y tromper.

On a déjà fait avec un plein succès dans un skating-ring l'expérience de ce procédé. La surface composée par le docteur Galantarients peut durer pendant de longues années, et l'on peut toujours lui rendre son poli au moyen d'un appareil à vapeur fait exprès. Il faut observer que le mélange de sels employé pour la glace de cristal contient environ 60 pour 100 d'eau de cristallisation, de sorte qu'en définitive le parquet de glace artificielle est en grande partie de l'eau solidifiée.

— Le phylloxera en France. — Il résulte de documents officiels que les fonds mis à la disposition du ministre de l'agriculture et du commerce, pour encourager les recherches et les expériences, qui permettront de détruire le fléau, se sont élevés, en 1879, à la somme de 500 000 francs; par suite de crédits supplémentaires, ils s'élèveront, cette année, à 969 750 francs. Sur cette somme, 200 000 francs sont destinés au traitement des vignes atteintes dans les régions indiquées par la commission supérieure; 250 000 francs sont destinés à doubler les allocations votées par les départements et les conseils municipaux. Les sociétés et les compagnies créées pour étudier le fléau reçoivent une somme de 300 000 francs. Une somme de 100 000 francs est affectée à l'achat de nouveaux plants américains, et de plants qui proviennent de l'École d'agriculture de Montpellier. Enfin, 100 000 francs pour les recherches microscopiques et 50 000 francs pour des cas imprévus.

— Explorations africaines. — Dans une de ses dernières séances, la Chambre des députés a rétabli le crédit de 100 000 francs, qui doit être appliqué aux explorations de MM. Ballay et Savorgnan de Brazza, dans l'Oogoué. M. Georges Périn a prononcé, à cette occasion, un excellent discours dans lequel il a rendu hommage à la mémoire de l'abbé Debaize.

Le propriétaire-gérant : Germer Baillière.

PARIS. — Impr. J. CLAYE. — A. QUANTIN et Cie, rue St-Benoît. [1165]

LA

REVUE SCIENTIFIQUE

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

REVUE DES COURS SCIENTIFIQUES (2E SÉRIE)

DIRECTEURS : MM. ANTOINE BREGUET ET CHARLES RICHET

2e SÉRIE — 10e ANNÉE | NUMÉRO 4 | 24 JUILLET 1880

Paris, le 23 juillet 1880.

On nous excusera si nous revenons aussi souvent sur les travaux de M. Pasteur. Ils offrent, en effet, un intérêt considérable. Cette semaine encore a été marquée par un nouveau progrès dans l'étude des fermentations.

M. Pasteur a constaté que si l'on arrosait de la luzerne avec de l'eau contenant des bactéridies infectieuses, les moutons nourris avec cette luzerne ne tarderaient pas à dépérir et à mourir. Quelques-uns, il est vrai, ne sont pas atteints ; mais si on mélange des épis hachés qui font des plaies dans la bouche et facilitent l'introduction du poison, la mortalité est plus considérable. La terre est donc un véhicule de la bactéridie. On peut conserver pendant plusieurs semaines de la terre arrosée avec des germes de bactéridies et constater que cette terre conserve ses propriétés infectieuses. Pendant un temps indéterminé elle garde cette funeste virulence. Ainsi on a recueilli en juin 1880 la terre de fosses où l'on avait enfoui, dans le Jura, à deux mètres de profondeur, des vaches mortes du charbon au mois de juillet 1878. Cette terre a pu donner le charbon.

A la vérité, lorsqu'un animal charbonneux vient à mourir, la putréfaction fait disparaître presque toutes les bactéridies et leurs germes : cependant quelques-uns de ces micro-organismes peuvent, avec le sang qui s'échappe des narines et du ventre du cadavre, se répandre dans la terre de la fosse et rendre ainsi cette terre infectieuse.

On s'expliquerait très bien la contagion du sang de rate par la terre des fosses charbonneuses ; mais ce qu'on ne sait comprendre tout d'abord, c'est qu'à la surface des fosses, la terre puisse encore donner le charbon. En effet, la terre est un filtre très parfait qui ne laisse pas passer les germes organisés. Pour donner la raison de cette apparente anomalie, M. Pasteur a proposé une explication très séduisante. Les vers de terre sont les *messagers* de ces germes, qui des profondeurs de l'enfouissement ramènent à la surface du sol le terrible parasite. En effet, si dans la terre infectée de bactéridies on fait vivre des vers de terre, on trouve dans le corps de ces annélides un très grand nombre de spores charbonneuses. Si donc la terre meuble de la surface des fosses d'animaux charbonneux renferme les germes du charbon, c'est qu'ils proviennent de la désagrégation par la pluie des petits cylindres excrémentitiels des vers. La poussière de cette terre désagrégée se mélange aux herbes et aux plantes que broutent les bestiaux, et leur communique le charbon. Par là on peut expliquer comment dans certaines régions de la France il y a des champs qu'on appelle *champs maudits* où le charbon est inévitable pour les moutons qu'on y fait parquer. M. Pasteur n'hésite pas à en conclure que, si les cultivateurs le veulent, l'affection charbonneuse disparaîtra.

En même temps que M. Pasteur, un éminent vétérinaire, M. Toussaint, a étudié avec succès, non plus l'étiologie, mais la prophylaxie de l'affection charbonneuse. Au moyen d'un procédé dont il ne nous donne pas le détail, M. Toussaint a pu rendre des moutons et des chiens inaptes à contracter le charbon. On peut ainsi *vacciner* des animaux qui résistent aux inoculations et aux injections intravasculaires de quantités considérables de bactéridies, que ces organismes soient à l'état de spores et obtenus par culture, ou qu'elles soient à l'état d'articles courts, comme on les trouve dans le sang des animaux qui viennent de mourir. Chez ces animaux ainsi *vaccinés*, l'absence de phénomènes locaux indique que le sang est devenu impropre à la reproduction des bactéridies.

On voit que l'étiologie et la prophylaxie de la maladie du charbon viennent de faire un progrès considérable. L'agriculture saura sans nul doute profiter des patientes investigations de la science.

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

LABORATOIRE DE M. WURTZ

CONFÉRENCE DE M. É. GRIMAUX.

Histoire de l'acide citrique.

A propos de recherches récentes sur l'acide citrique, il m'a semblé qu'il serait intéressant d'exposer son histoire avec quelques détails, de montrer combien il a fallu de travaux, de discussions, d'efforts, pour arriver à nos connaissances actuelles sur ce seul corps de la chimie organique. Non pas que j'aie l'intention de tout vous dire et de ne laisser aucun fait dans l'ombre, je voudrais seulement vous rappeler les recherches décisives qui ont amené à connaître l'acide citrique, à fixer sa composition, son poids moléculaire, à déterminer sa constitution et enfin à le reproduire par synthèse totale.

Scheele, le premier, parvint, en 1784, à retirer l'acide qu'on savait exister dans le jus du citron; la traduction française des mémoires de Scheele le nomme *acide citronien;* Fourcroy, dans son Système des connaissances chimiques, l'appela *acide citrique.*

Le procédé employé par Scheele est exactement celui qui est encore usité de nos jours pour la préparation industrielle de l'acide citrique.

« Je saturai le jus de citron (1) pendant qu'il était bouillant dans une cucurbite, avec de la craie pulvérisée dont j'avais auparavant pris le poids; elle se précipita sous forme d'un sel neutre fort semblable au tartre calcaire. L'eau qui surnageait contenait la matière visqueuse et savonneuse, et l'acide citronien pur s'était uni à la terre calcaire. Ce précipité fut édulcoré avec de l'eau tiède jusqu'à ce qu'elle n'y prît aucune couleur (il ne s'en dissout, dans cette opération, qu'une très petite quantité, à peu près comme de la sélénite); après cela, on versa sur ce précipité autant d'acide vitriolique d'Angleterre qu'il en fallait pour la saturation de la craie qu'on avait employée, ayant eu la précaution d'étendre cet acide de dix parties d'eau. On laissa bouillir ce mélange quelques minutes dans une cucurbite; quand il fut refroidi, on filtra pour séparer l'acide de la sélénite, et on procéda au surplus comme pour l'acide tartareux.

« Il faut reconnaître si l'acide, évaporé jusqu'à consistance de sirop clair, ne tient pas encore de la chaux en dissolution; on le reconnaîtrait en y mêlant un peu d'acide vitriolique qui occasionne un précipité séléniteux. Dans ce cas, il faut ajouter encore de l'acide vitriolique dans le mélange, car la plus petite partie de chaux dissoute empêcherait absolument la cristallisation de l'acide citronien. »

(1) *Mémoires de chimie de Scheele,* édition française. Paris, 1785, 2e partie, p. 203.

Le mémoire sur l'acide citronien est tiré des *Annales chimiques de Crell,* année 1784; il est intitulé : *De la Cristallisation de l'acide citronien.*

Ainsi tout est indiqué, jusqu'à la nécessité d'employer un petit excès d'acide sulfurique; car, s'il restait en dissolution un peu de citrate acide de chaux, ce sel s'opposerait à la cristallisation de l'acide.

Scheele, opérant sur de petites quantités, obtint l'acide citrique en cristaux de faible dimension, en aiguilles; plus tard, un pharmacien de Paris, Dizé, en l'an V (1), répéta en grand le procédé de Scheele; il recueillit et obtint l'acide citrique sous la forme de cristaux *très volumineux, presque gigantesques,* suivant l'expression de Fourcroy.

La même année, Vauquelin (2) publia des recherches étendues sur l'acide citrique et les citrates, et la plupart des faits observés par Vauquelin ont été acquis à la science. D'après lui, l'acide citrique est efflorescent; il se dissout dans les trois quarts de son poids d'eau; l'acide azotique concentré le convertit en acide oxalique et en acide acétique; le fer, le zinc sont attaqués par l'acide citrique avec dégagement d'hydrogène. Enfin, Vauquelin détermina la puissance de saturation pour les diverses bases alcalines ou terreuses et fit connaître un certain nombre de citrates; il indiqua en même temps que les citrates dissous dans l'eau et abandonnés à eux-mêmes se décomposent avec production d'acide acétique et d'acide carbonique; M. Personne a montré depuis qu'il se forme en même temps de l'acide butyrique.

Enfin, Vauquelin a indiqué la solubilité du citrate de chaux neutre qui exige environ cinq cents fois son poids d'eau froide.

Les recherches de Vauquelin furent tellement complètes qu'en les citant, Fourcroy dit que « l'acide du citron est aujourd'hui un des mieux connus de tous ceux qu'offrent les végétaux (3) ».

Vauquelin était alors devenu un maître; ce n'était plus le débutant qui, en 1790, avait cru obtenir de l'acide citrique par l'action du chlore sur une solution de gomme (4).

Bientôt les recherches vont surtout porter sur la composition de l'acide citrique et sur la détermination de sa formule.

Composition et formule. — La première analyse de l'acide citrique fut effectuée par Gay-Lussac et Thénard, en 1811 (5).

Ils analysèrent le citrate de chaux, dont ils déterminèrent la teneur en chaux, carbone et hydrogène, mais leur combustion fut incomplète; ils trouvèrent une quantité insuffisante de carbone.

L'analyse fut faite de nouveau, en 1815, par Berzélius (6); il analysa le sel de plomb et obtint des chiffres conduisant aux rapports C H O pour l'acide anhydre tel qu'il existe dans les citrates; de plus, d'après la capacité de saturation de l'acide citrique, il indiqua qu'il devait contenir quatre volumes d'hydrogène, quatre volumes de carbone et quatre volumes

(1) *Journal de la Société des pharmaciens de Paris,* an V, n° 6, p. 42.

(2) Même recueil, an V, n° 10, p. 33.

(3) *Système des connaissances chimiques,* t. VII, p. 295. Paris, an IX.

(4) *Annales de chimie,* 1790, t. VI, p. 178.

(5) *Recherches physico-chimiques,* 1811, t. II, p. 305.

(6) *Annales de chimie,* 1815, t. XCIV, p. 170.

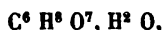
d'oxygène; il traduisit plus tard ces chiffres par la formule $C^4 H^4 O^4$ (1), représentant le citrate de plomb par



$$C^4 H^4 O^4, Pb O$$ (2).

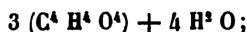
L'acide citrique renfermait donc, suivant lui, quatre fois plus d'oxygène que la base. Il faut se rappeler que cette formule correspond au système dualistique dans lequel les sels sont formés par l'union d'un acide anhydre et d'un alcali. Toutes les analyses, à cette époque, avaient pour but de déterminer la composition de cet acide anhydre, cet acide hypothétique, de l'acide tel qu'il existe dans les sels, comme on disait alors.

D'un autre côté, en prenant l'acide citrique cristallisé du commerce, qui, comme nous le savons, est un hydrate



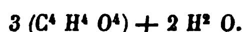
$$C^6 H^8 O^7, H^2 O,$$

et cherchant sa capacité de saturation, Berzélius trouva que l'acide anhydre dans ce citrate d'eau renferme trois fois autant d'oxygène que l'eau, ce qu'il représente ensuite par la formule



$$3 (C^4 H^4 O^4) + 4 H^2 O;$$

enfin, dès cette époque il constata que l'acide cristallisé perd à 100° de 8,5 à 8,6 pour 100 d'eau; il en conclut que dans ce nouveau citrate d'eau qui, pour nous, est l'acide sec $C^6 H^8 O^7$, l'acide anhydre renfermait six fois autant d'oxygène que l'eau, et il écrivit l'acide séché à 100°



$$3 (C^4 H^4 O^4) + 2 H^2 O.$$

Ainsi pour Berzélius, l'acide anhydre, l'acide des citrates est



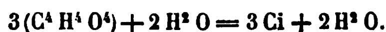
$$C^4 H^4 O^4 = Ci;$$

l'acide cristallisé



$$3 (C^4 H^4 O^4) + 4 H^2 O = 3 Ci + 4 H^2 O;$$

l'acide séché à 100°



$$3 (C^4 H^4 O^4) + 2 H^2 O = 3 Ci + 2 H^2 O.$$

Ces fractions de molécules d'eau entrant en combinaison offraient de singulières anomalies; aussi, en 1833, Berzélius (3) reprit l'étude des citrates. Comme l'analyse du citrate de plomb lui donna des chiffres différents des premiers, il s'attacha à l'analyse des sels de chaux et de baryte; le sel neutre de baryum était $C^4 H^4 O^4, Ba O$; celui de calcium $C^4 H^4 O^4, Ca O + H^2 O$, formules qui coïncidaient avec la formule de l'acide citrique anhydre $C^4 H^4 O^4$. Mais le sel acide de baryum conduisait à la formule $C^5 H^5 O^5, Ba O + H^2 O$, dans laquelle l'oxygène de l'acide est cinq fois celui de la base, et qui est formé d'une molécule de base et d'une molécule et un quart d'acide.

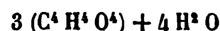
Avec le citrate de sodium, que nous savons aujourd'hui être



$$C^6 H^5 O^7 Na^3 + 6 H^2 O,$$

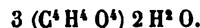
l'embarras était encore plus grand; ce sel, à 100°, perdait 17 1/2 pour 100 d'eau, c'est-à-dire 4 molécules 2/3; le sel qui restait après cette dessiccation, donnait à l'analyse des chiffres concordant avec la formule $C^4 H^4 O^4 Na O + H^2 O$; ce sel renfermait donc encore 9,11 pour 100 d'eau qu'il devait perdre à une plus haute température; de fait, chauffé à 190°, il en perdait 12 pour 100, c'est-à-dire 3 de plus qu'il n'en renfermait. Et cependant cette eau perdue n'était pas de l'eau de constitution, puisque le sel pouvait reprendre cette eau par simple dissolution et reconstituer le citrate primitif.

Enfin, Berzélius vint compliquer la question en admettant un nouvel hydrate d'acide citrique qui serait, avec la notation actuelle, $C^6 H^8 O^7, 1/2 H^2 O$ et qu'il écrivait $C^4 H^4 O^4, H^2 O$: cet hydrate, disait-il, ce citrate d'eau correspond au citrate de baryum $C^4 H^4 O^4, Ba O$. Et, chose singulière, d'après Berzélius, cet hydrate ne perdrait pas d'eau à 100°, tandis que l'acide



$$3 (C^4 H^4 O^4) + 4 H^2 O$$

devient moins hydraté que l'hydrate $C^4 H^4 O^4, H^2 O$, car il se transforme à 100°, en



$$3 (C^4 H^4 O^4) 2 H^2 O.$$

En traduisant les formules de Berzélius en formules actuelles, cela revient à dire que l'acide $C^6 H^8 O^7, H^2 O$ devient $C^6 H^8 O^7$ à 100°, tandis que l'acide $C^6 H^8 O^7, 1/2 H^2 O$ ne perdrait pas d'eau à cette température.

Ce prétendu hydrate de Berzélius se produit par la cristallisation de l'acide citrique dans une solution aqueuse chauffée à 100°. Marchand (1) a montré depuis que cet acide renferme en effet 2,2 pour 100 d'eau qu'il perd dans le vide, que cette eau n'est qu'une eau d'interposition et non de l'eau de cristallisation. Berzélius l'a sans doute analysé sans une dessiccation suffisante, de là son erreur.

Ainsi, tout est contradictoire dans les formules de l'acide citrique, de ses hydrates et de ses sels. Berzélius en vient à donner une explication bizarre (2). Puisque l'acide citrique anhydre, dit-il, renferme un nombre égal d'atomes de chaque élément, C H O, il peut résulter que la molécule de l'acide citrique dans ses divers degrés de combinaison soit composée par 3, 4, 5 ou 6 de chacun d'eux. Ainsi, il y aurait le citrate $C^4 H^4 O^4, H^2 O$, le citrate $C^5 H^5 O^5, Ba O$, et enfin l'hydrate

(1) *Essai sur la théorie des proportions chimiques*, p. 4. Paris, 1819.

(2) Les poids atomiques employés dans cet exposé sont, sauf indication contraire, les poids atomiques actuels; ils se confondent avec ceux de Berzélius, excepté pour les métaux. Les poids atomiques de l'argent, du potassium, du sodium, employés par Berzélius, Dumas, Liebig, étaient doubles de ceux qu'on accepte maintenant; ainsi l'argent était 216 et non 108, chiffre actuel. C'est Gerhardt, qui a dédoublé les formules moléculaires des acides, des bases et des sels en les rapportant au poids atomique 108 de l'argent et non plus au poids atomique 216.

De plus, dans les premiers mémoires de Berzélius, non seulement le potassium, le sodium, l'argent, mais tous les métaux, avaient des poids atomiques doubles des nôtres; ainsi, en 1819, il faisait le plomb égal à 414 au lieu de 207.

(3) *Annales de chimie et de physique*, 1833, t. LII, p. 424.

(1) *Journ. für prak. Chem.*, t. XXIII, p. 60, et *Rapport de Berzélius*, édition française, 1843, p. 136.

(2) *Annales de chimie et de physique*, 1833, t. LII, p. 429.

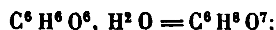
$C^4H^6O^6 + H^2O$, qui n'est autre que l'acide séché à 100°, $C^4H^8O^7$, pour lequel Berzélius adoptait alors la formule admise aujourd'hui.

On voit combien cette interprétation des faits était étrange : aussi Liebig (1) fit-il remarquer de suite que les formules des citrates devenaient simples, que les contradictions disparaissaient, si l'on remplaçait la formule $C^4H^4O^4$ de l'acide anhydre par $C^6H^6O^6$ ou par $C^3H^3O^3$; avec $C^6H^6O^6$, il arrivait à des formules qui se confondent presque toutes avec les formules adoptées aujourd'hui. En effet, l'acide cristallisé devient



$$C^6H^6O^6,\ 2H^2O = C^6H^8O^7,\ H^2O;$$

l'acide séché à 100°



$$C^6H^6O^6,\ H^2O = C^6H^8O^7;$$

le citrate de soude



$$2\,[C^6H^6O^6\ 3\,NaO] + 11\,H^2O = C^6H^5O^7Na^3,\ 6\,H^2O.$$

Berzélius ne fut pas convaincu, et entre autres objections peu sérieuses, il fit valoir l'existence du prétendu hydrate $C^4H^4O^4$, H^2O, ne perdant rien à 100°.

Tel était l'état de la question en 1835, à l'époque où M. Dumas publia le cinquième volume de son *Traité de chimie*. M. Dumas fait remarquer qu'il n'y a pas de motifs suffisants pour choisir entre les deux formules de l'acide anhydre $C^4H^4O^4$ et $C^6H^6O^6$; suivant lui, il est impossible de comprendre les résultats auxquels mènent les analyses des citrates, si l'on n'admet pas qu'il existe deux acides citriques distincts qui se métamorphosent sans cesse l'un dans l'autre. C'était au fond l'explication de Berzélius, et Dumas et Liebig paraissaient se soumettre à la grande autorité du maître, mais ils n'étaient pas convaincus. Ils poursuivaient de nouvelles recherches, ils analysaient ensemble le citrate d'argent, dont Liebig publiait bientôt l'analyse, et, en 1837 (2), dans un mémoire fait en commun, Dumas et Liebig proposaient de multiplier par 3 les formules de Berzélius. Ainsi, disaient-ils, « disparaissent toutes les anomalies que présentent les citrates, et la perte d'eau subie à 200° ».

Ainsi le citrate de chaux séché à 100° est, d'après Berzélius,



$$C^4H^4O^4,\ CaO,$$

et perd à 200° un tiers de molécule d'eau qu'il ne devrait pas renfermer. En triplant la formule, elle devient



$$C^{12}H^{12}O^{15}Ca^3 = C^{12}H^{10}O^{11},\ 3\,CaO + H^2O.$$

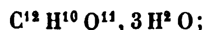
Ce tiers d'eau, pour la formule de Berzélius, est donc de l'eau de cristallisation.

L'acide citrique anhydre des sels devient



$$C^{12}H^{10}O^{11};$$

l'acide séché à 100°



$$C^{12}H^{10}O^{11},\ 3\,H^2O;$$

l'acide cristallisé,



$$C^{12}H^{10}O^{11},\ 5\,H^2O.$$

(1) *Annales de chimie et de physique*, 1833, t. LII, p. 430.

(2) *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, 1837, t. V, p. 1863.

En dédoublant ces deux dernières formules, nous avons les formules actuelles.

Il semblait que Berzélius eût dû se rallier à cette manière de voir qui, tout en respectant ses analyses et sa formule première, supprimait les obscurités et les contradictions. Mais Berzélius s'arrêtait à cette idée fondamentale de la doctrine des équivalents, que le poids moléculaire, l'équivalent des acides doit être représenté par le poids de cet acide qui sature un équivalent de base. « Une supposition qui fait exception aux lois générales doit être rejetée, dit-il (1); si nous laissons de côté notre fil conducteur toutes les fois que nous ne voyons point d'avance où il mène, nous nous égarerons assurément. »

La grande erreur de Berzélius était de regarder comme une loi générale ce qui n'était qu'un cas particulier, et surtout de faire une loi de ce qui n'était qu'une convention entre chimistes. Aussi Liebig qui fondait alors, par de nombreuses analyses, la doctrine des acides polybasiques, répondait : « La méthode ordinaire employée pour déterminer le poids atomique d'un acide se trouve en défaut ici. Cette règle nous a caché pendant longtemps les anomalies de l'acide phosphorique; elle a été cause de ces anomalies (2). »

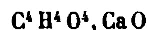
Et, de son côté, Dumas répondait à Berzélius (3) : « L'acide citrique exige trois atomes de base sous peine d'avoir des fractions d'atomes élémentaires dans l'acide citrique sec; le fil conducteur de M. Berzélius se brise donc entre nos mains, dès que nous essayons de l'appliquer à des combinaisons organiques un peu complexes, tout comme en chimie minérale à l'occasion des phosphates et des arséniates. »

Berzélius, entêté à repousser l'idée des acides polybasiques, arrive à des explications indignes de son génie (4); il admet maintenant, pour expliquer cette perte d'un tiers de molécule d'eau à 100°, qu'à cette température le citrate est un mélange de citrate



$$2\,C^4H^4O^4,\ CaO$$

et d'aconitate



$$C^4H^4O^4,\ CaO$$

ayant alors pour formule $C^{12}H^{10}O^{14}Ca^3$ correspondant à un acide non isolé $C^{12}H^{16}O^{14}$, formule qui est bien celle de Dumas et de Liebig; et, quand Wackenroder, en 1842 (5), fit l'analyse de l'acide séché à 100°, Berzélius crut y trouver la confirmation de ses idées; on avait enfin isolé l'hydrate de l'acide correspondant aux citrates séchés à 190°. Supposer qu'une combinaison de citrate et d'aconitate peut se transformer de nouveau en citrate en prenant de l'eau, tandis que l'aconitate isolé ne vient pas à l'état de citrate, est une opinion étrangère qui ne pouvait être admise par personne : aussi Berzélius resta-t-il seul; mais rien ne put le convaincre. Marchand a beau montrer, en 1844, que le prétendu hydrate $C^4H^4O^4$, H^2O ne renferme que de l'eau d'interposition, Du-

(1) *Annales de chimie et de physique*, 1838, t. LXVII, p. 303.

(2 et 3) *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, 1838, t. VI, p. 748, et t. VI, p. 694.

(4) *Annales de chimie et de physique*, 1839, t. LXX, p. 215.

(5) *Rapport annuel de Berzélius*, 1842, p. 101.

mas analyse en 1839 (1) l'éther citrique et en 1842 (2) le citrate d'argent, Heldt (3) publie un travail important sur la composition des citrates en 1845 et confirme la tribasicité de l'acide citrique : Berzélius reste inébranlable, et, dans la dernière édition de sa Chimie, en 1849, soutient encore que les citrates chauffés à 190° constituent des sels doubles formés de deux molécules de citrate et d'une molécule d'aconitate, revenant à leur état primitif par dissolution dans l'eau.

Avec Berzélius, cette opinion a disparu de la science ; l'acide citrique est bien $C^6 H^8 O^7$ à 100°, ou quand il se dépose d'une solution saturée bouillante, et $C^6 H^8 O^7, H^2 O$ quand il cristallise par évaporation spontanée ; enfin sa tribasicité est admise et la notion des acides polybasiques est introduite dans la science.

Il s'agit maintenant de déterminer sa formule de constitution, c'est-à-dire le symbole abrégé qui synthétise les réactions principales de l'acide citrique et desquelles il est déduit. Voyons donc quelles sont ses principales transformations.

Réactions. — On a longtemps étudié l'action de la chaleur qui donne naissance à des dérivés si variés. Lassaigne, le premier, en 1822 (4), découvre l'acide citraconique qu'il désigna sous le nom d'acide pyrocitrique ; Dumas analysa l'acide pyrocitrique et les pyrocitrates. En 1834, Berzélius découvre l'acide aconitique, et Dalstroehm (5), le comparant à l'acide extrait de l'aconit, montre l'identité de ces corps d'origine différente (6). En 1835, Baup obtient, en outre, l'acide citraconique, qu'il appelle *citricique,* il donne à l'acide de Lassaigne le nom d'*acide citribique,* et enfin désigne l'acide aconitique sous le nom d'*acide citridique* (7). Ces appellations n'ont pas prévalu ; les noms actuels ont été donnés par Crasso qui, en 1840, reprit l'étude des dérivés pyrocitriques. Robiquet (8) avait, en outre, obtenu (1837) l'acide citraconique anhydre, et montré la formation de l'acétone, déjà indiquée par P. Boullay dans la distillation sèche de l'acide citrique.

Les relations de l'acide citrique avec l'acétone, qui sont, comme sa transformation en acide aconitique, indispensables pour l'établissement de la formule, vont se préciser par de nouvelles recherches. Plantamour, en 1847 (9), observe dans l'action du chlore sur l'acide citrique et les citrates la formation d'huile chlorée dont il méconnaît complètement la nature ; Staedeler (10), en 1859, fait voir que ces corps sont des dérivés chlorés de l'acétone. Cette même année (1847), M. Cahours (11), en traitant les citrates par le brome, isole le bromoxaforme, qui n'est autre que de l'acétone pentabromée ; enfin, Péan de Saint-Gilles, en 1859, oxyde l'acide citrique par le permanganate de potasse et le dédouble en acide carbonique et en acétone (1).

De nouvelles recherches apportent d'utiles documents à l'histoire de l'acide citrique : alors que la distinction entre la basicité et l'atomicité des acides polybasiques n'était pas connue de tous, Schiff (2) en 1862, Otto en 1864 (3) regardent l'acide citrique comme tétrabasique, en se fondant sur l'existence d'un citrate tétraplombique et d'un citrate tétracuivrique. Mais, à ce moment, Wislicenus, dans un mémoire important par ses conséquences, détermine la basicité et l'atomicité de plusieurs acides organiques ; en traitant l'éther citrique par le chlorure d'acétyle, il obtient un dérivé acétylé et prouve ainsi que l'acide citrique est *tribasique* et *tétratomique* (4).

Enfin, des recherches exécutées sur l'acide aconitique $C^6 H^6 O^6$, cette même année, en indiquent la constitution, car Wichelhaus (5) montre que l'acide hydro-aconitique $C^6 H^8 O^6$, préparé par Dessaignes et par Kékulé, est identique avec l'acide tricarballylique de Maxwell Simpson.

Nous avons maintenant toutes les données nécessaires pour établir la constitution de l'acide citrique. Bien d'autres travaux ont été entrepris sur ce corps, mais ils n'apportent pas de documents importants à la théorie : ainsi Pebal, en 1852, étudie les dérivés aniliques et confirme la formule de Liebig (6) ; Markowmkoff et Purgotden (7), en 1867, font voir que l'action de l'eau à 160° fournit de l'acide citraconique ; Mercadante (1874), en faisant bouillir l'acide bromhydrique avec de l'acide citrique, le déshydrate simplement et le convertit en acide aconitique (8) ; Hergt (1874) obtient le même résultat avec l'acide chlorhydrique en chauffant à 140° ; et il constate qu'à 180°, il se forme un nouvel acide, l'*acide diaconique* $C^9 H^{10} O^6$ (9). Enfin Kœmmerer, en 1869 et en 1874, a analysé un grand nombre de citrates (10).

Comment toutes ces réactions ont-elles été mises en œuvre pour l'établissement de la formule ?

Constitution de l'acide citrique. — La première tentative d'établissement d'une formule de constitution de l'acide citrique est due à M. Dumas en 1842. Se fondant sur le dédoublement de l'acide en acide oxalique et en acide acétique par l'action de la potasse, et voulant rendre compte de sa tribasicité, M. Dumas le représenta, comme formé par l'union de trois groupes acides monobasiques, un groupe d'acide oxalique $C O^2 H^2$, un d'acide acétique $C^2 H^4 O^2$ et un d'un acide hypothétique, l'acide oxalacétique formé par la substitution du

(1) *Comptes rendus de l'Académie des sciences,* 1839, t. VIII, p. 528.
(2) *Annales de chimie et de physique,* t. V, p. 360.
(3) *Annalen der Chemie und Pharmacie,* t. XLVII, p. 157.
(4) *Annales de chimie et de physique,* t. XXI, p. 100.
(5) *Journ. für prak. Chem.,* t. XIV, p. 355.
(6) La vraie formule de l'acide aconitique a été donnée par Gerhardt.
(7) *Annales de chimie et de physique,* 1836, t. LXI, p. 182.
(8) Même recueil, 1837, t. LXV, p. 68.
(9) *Rapport annuel de Berzélius,* 1847, p. 243.
(10) *Répertoire de chimie pure,* 1860, p. 22.
(11) *Annales de chimie et de physique* (3e série), t. XIX, p. 488.

(1) *Répertoire de chimie pure,* 1858-1859, p. 105.
(2) Même recueil, 1862, p. 438.
(3) *Bull. de la Soc. chim.,* 1864, t. I, p. 195.
(4) *Bull. de la Soc. chim.,* 1864, t. II, p. 291.
(5) Même recueil, 1865, t. III, p. 72.
(6) *Annales de chimie et de physique* (3), t. XXXV, p. 669.
(7) *Bull. de la Soc. chim.,* 1867, t. VIII, p. 274.
(8) Même recueil, 1871, t. XVI, p. 304.
(9) *Bull. de la Soc. chim.,* 1874, t. XXII, p. 76.
(10) *Bull. de la Soc. chim.,* 1869, t. XII, p. 48, et 1874, t. XXI, p. 253.

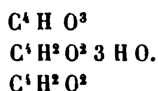
radical oxalyle à un atome d'hydrogène de l'acide acétique $C^2H^3O^2$ (C O). Il ne faut pas oublier qu'à cette époque on n'avait pas admis la bibasicité de l'acide oxalique; en transformant en nos poids atomiques actuels les formules d'alors, on a la formule CO^2H pour l'acide oxalique et $C^2H^4O^2$ pour l'acide acétique.

L'acide citrique aurait donc été formé, dans l'hypothèse de M. Dumas, de:

une molécule d'acide oxalique	CHO^2
une d'acide acétique	$C^2H^4O^2$
une d'acide oxalique acétique	$C^2H^3O^4$ (CO)
une molécule d'acide citrique	$C^6H^8O^7$

En transformant le poids moléculaire de l'acide oxalique et le faisant bibasique avec la formule $C^2O^4H^2$, on voit que l'idée de M. Dumas amène à considérer l'acide citrique comme dérivé de l'union d'une molécule d'acide oxalique $C^2O^4H^2$, et de deux molécules d'acide acétique avec élimination d'une molécule d'eau H^2O. Quelques essais de synthèse furent tentés dans cette voie; ainsi Heintz, en 1860, espérait obtenir un acide renfermant tout à la fois le radical oxalyle et le radical acétyle, en faisant réagir le chlorure d'acétyle sur l'oxalate neutre de potasse; il n'obtint que de l'acide acétique anhydre et de l'oxyde de carbone (1).

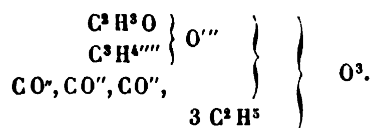
En 1852, Pebal représentait l'acide citrique des citrates $C^{12}H^{10}O^{11}$, comme formé par l'acide aconitique anhydre C^4HO^3, et deux groupes inconnus $C^4H^2O^2$, de telle sorte que l'acide citrique libre, séché à 100°, est représenté par la formule (en équivalent).



$$\begin{matrix} C^4HO^3 \\ C^4H^2O^2\ 3\,HO. \\ C^4H^2O^2 \end{matrix}$$

Plus tard, Wislicenus, après avoir démontré la tétratomicité de l'acide citrique en faisant réagir le chlorure d'acétyle sur l'éther triéthyl-citrique, donna à ce nouveau dérivé une formule complexe, obscure, intermédiaire entre les formules typiques et celles qui sont basées sur l'atomicité des éléments.

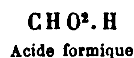
Il représente l'acétyle citrate triéthylique de la façon suivante :



$$\left.\begin{matrix} \left.\begin{matrix} \left.\begin{matrix} C^2H^3O \\ C^3H^{4''''} \end{matrix}\right\} O'' \\ CO'', CO'', CO'', \end{matrix}\right\} \\ 3\,C^2H^5 \end{matrix}\right\} O^3.$$

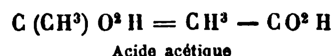
Mais bientôt la doctrine de l'atomicité s'établit dans la science; on arrive à reconnaître les groupes caractéristiques des fonctions dans les molécules, et, avec ces données, avec les réactions bien étudiées de l'acide citrique, on est en mesure de déterminer sa formule de constitution.

Gerhardt avait montré qu'on peut considérer les acides monobasiques comme provenant de la substitution d'un radical hydrocarboné à l'hydrogène de l'acide formique; ainsi l'acide acétique est l'acide méthyl-formique, l'acide benzoïque est l'acide phényl-formique,



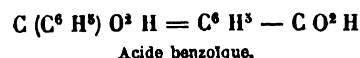
$$CHO^2.H$$

Acide formique



$$C(CH^3)O^2H = CH^3 - CO^2H$$

Acide acétique



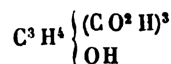
$$C(C^6H^5)O^2H = C^6H^5 - CO^2H$$

Acide benzoïque.

Cela revient à dire, comme on le fait aujourd'hui, que les acides organiques sont formés par l'union d'un radical hydrocarboné et d'un groupe CO^2H qu'on appelle *carboxyle :* de plus, ce groupe, existant une fois dans les acides monobasiques, se trouve deux fois dans les acides bibasiques, trois fois dans les acides tribasiques. Voilà une des origines des formules de constitution; et nous sommes en droit d'admettre, dans l'acide citrique $C^6H^8O^7$, l'existence de trois groupes CO^2H.

En outre, l'éther triéthyl-citrique étant attaqué par le chlorure d'acétyle est encore alcool; il doit donc contenir le groupe appelé oxhydryle, OH, qui caractérise les alcools.

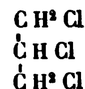
Arrivés à ce point, il nous est permis de décomposer $C^6H^8O^7$ de la façon suivante



$$C^3H^4\left\{\begin{matrix} (CO^2H)^3 \\ OH \end{matrix}\right.$$

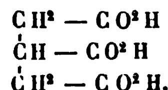
formule qui nous indique la double fonction acide-alcool de l'acide citrique et rappelle en même temps qu'il est trois fois acide monobasique et une fois alcool. Je trouve cette formule pour la première fois dans le mémoire de MM. Markownikoff et de Purgold, en 1867.

Maintenant, comment sont fixés les trois groupes CO^2H au radical hydrocarboné C^3H^4? Les relations de l'acide citrique avec l'acide aconitique nous donnent le moyen de fixer ce point; d'une part, l'acide aconitique $C^6H^6O^6$ dérive de l'acide citrique par perte d'une molécule d'eau; de l'autre, il fournit par hydrogénation l'acide tricarballylique $C^6H^8O^6$. Or, l'acide tricarballylique dérivant de la trichlorhydrine de la glycérine sur la formule de laquelle il n'y a aucun doute, et qui est certainement



$$\begin{matrix} CH^2Cl \\ CHCl \\ CH^2Cl \end{matrix}$$

l'acide tricarballylique, dis-je, est

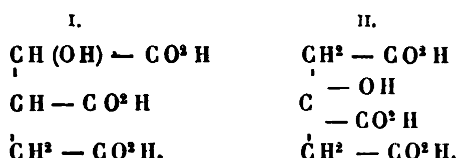


$$\begin{matrix} CH^2 - CO^2H \\ CH - CO^2H \\ CH^2 - CO^2H. \end{matrix}$$

Par conséquent, dans l'acide aconitique qui renferme H^2 de moins, les trois groupes carboxyles sont fixés chacun à un atome de carbone différent, et il doit en être de même pour l'acide citrique. Celui-ci se présente donc comme de l'acide tricarballylique dont un atome d'hydrogène serait

(1) *Répertoire de chimie pure,* 1860, p. 29.

remplacé par le groupe OH; on arrive ainsi à l'une ou l'autre des formules suivantes pour l'acide citrique



En d'autres termes, il ne reste plus qu'à fixer la place du groupe OH. La formation d'acétone $CH^3 - CO - CH^3$ dans l'oxydation de l'acide citrique nous indique immédiatement qu'il faut choisir la formule II; et il est facile de se convaincre que cette formule, proposée dès 1868 par M. G. Salet (1) est en harmonie parfaite avec toutes les réactions, tous les dédoublements de l'acide citrique.

En la prenant pour point de départ, comment arriver à réaliser la synthèse de cet acide?

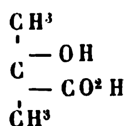
L'idée la plus simple est d'appliquer le procédé qui a permis de convertir l'acide succinique en acide malique, de traiter l'acide tricarballylique par le brome pour obtenir un dérivé monobromé que l'on soumettrait ensuite à l'action de l'oxyde d'argent: malheureusement l'acide tricarballylique ne fournit pas de dérivés bromés; traité par le brome, il se détruit en donnant de l'acide carbonique.

D'un autre côté, on peut s'adresser à l'acide aconitique $C^6 H^6 O^6$ et essayer d'y fixer de l'eau. C'est ce que M. Pawoleck a tenté en 1875, il a fixé sur l'acide aconitique l'acide hypochloreux, *ClHO*, espérant obtenir un acide qui aurait fourni l'acide citrique par hydrogénation; mais il n'a pu isoler le composé cherché $C^6 H^7 Cl O^7$; celui-ci se détruit par l'eau en donnant un acide oxycitrique $C^6 H^8 O^8$, incristallisable (2). En traitant le produit brut de la réaction de l'acide hypochloreux sur l'acide aconitique, il a obtenu, il est vrai, des sels qu'il regarde comme formés d'un mélange de tricarballylate et de citrate ou d'un isomère, mais il n'a pas tenté d'en retirer de l'acide citrique, s'il y en avait réellement.

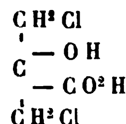
Dans la synthèse que je viens de réaliser avec mon élève et ami M. Paul Adam, nous nous sommes adressés à d'autres réactions, à des transformations plus lointaines.

Staedeler a découvert, en 1859, un acide nouveau par l'action de l'acide cyanhydrique et de l'acide chlorhydrique sur l'acétone; cet acide, qu'il appela *acide acétonique*, renferme $C^4 H^8 O^3$; l'acide oxyisobutyrique formé par l'action de l'oxyde d'argent sur l'acide bromo-isobutyrique est identique à l'acide acétonique, comme l'a montré M. Markownikoff.

Cette double origine nous donne la formule de l'acide acétonique



et en comparant cette formule avec celle de l'acide citrique, on voit qu'il suffirait de remplacer un atome d'hydrogène de chaque groupe CH^3 par le carboxyle pour transformer l'acide acétonique en acide citrique. La marche indiquée serait donc de préparer un acide acétonique dichloré



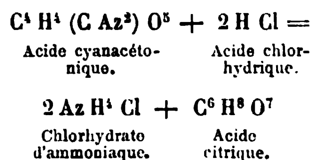
d'y remplacer les deux atomes de chlore par le cyanogène, puis de saponifier l'acide acétonique par l'acide chlorhydrique.

Comme on ne peut pas obtenir cet acide directement par l'action du chlore sur l'acide acétonique, nous l'avons préparé indirectement en traitant la dichloracétone symétrique,



par l'acide cyanhydrique et l'acide chlorhydrique. Nous avons ainsi réussi à obtenir l'acide dichloracétonique cherché, qui se présente sous la forme de lames transparentes, fusibles à 91-92°.

Après avoir neutralisé exactement cet acide par la soude, nous le chauffons avec du cyanure de potassium; il se forme ainsi le sel de potassium de l'acide dicyanacétonique, qui, maintenu à 100° pendant douze heures avec de l'acide chlorhydrique, se convertit en acide citrique



On extrait l'acide citrique du mélange en mettant à profit la presque insolubilité du sel calcaire à l'ébullition et en décomposant ce sel par l'acide sulfurique, suivant la méthode connue.

Les conceptions théoriques que j'ai indiquées précédemment ne sont pas de celles qu'on découvre après l'expérience et qui servent à expliquer les faits. Elles ont précédé de plusieurs années toute tentative expérimentale, et les faits se sont absolument passés comme la théorie les avait prévus. Je tiens à insister sur ce point, à montrer combien les formules de constitution sont des instruments précieux de recherches. C'est qu'elles ne sont pas de vains jeux d'esprit, des *architectures* d'atomes, mais tout simplement des symboles abrégés qui rappellent pour chaque corps la plupart de ses relations et de ses transformations et font prévoir des relations et des transformations nouvelles. Ceux qui les nient et qui les raillent n'en connaissent ni l'origine, ni la raison d'être, ni la profonde utilité; ils ne connaissent pas l'histoire de la chimie organique et de ses magnifiques développements depuis l'époque de rénovation inaugurée par Gerhardt; ils ne savent pas que ces formules ont conduit à la synthèse de la névrine, de l'alizarine, de l'indigo si longtemps cherchée, et à tant d'autres découvertes, contre lesquelles leurs plaisanteries sont impuissantes.

(1) *Dictionnaire de chimie*, de M. Wurtz, article ACIDE CITRIQUE.
(2) *Bull. de la Soc. chim.* 1876, t. XXV, p. 161.

Non pas que nous les regardions comme le dernier mot de la science chimique; ce serait mal connaître la marche nécessaire des idées. Dans cette recherche incessante et passionnée de la vérité, qui est la gloire de l'esprit humain, d'autres théories viendront qui, plus larges, plus générales, embrasseront un plus grand nombre de faits; mais elles garderont des nôtres tout ce qu'il y avait d'utile en elles, comme il s'est introduit dans les théories présentes tout ce que renfermaient de fécond les types de Gerhardt.

Et plus tard, quand nos luttes et nos rivalités du présent auront disparu, on pourra dire, en jetant un coup d'œil sur l'histoire de notre époque, que les créateurs des théories modernes, les Laurent, les Gerhardt, les Wurtz, les Kékulé, les Cannizaro, ont bien mérité de la science.

ÉDOUARD GRIMAUX.

HISTOIRE DES SCIENCES

Les fondations de prix à l'Académie des sciences (1714-1880.) (1)

PRIX FONDÉ PAR Mme LA MARQUISE DE LAPLACE.

Par une lettre en date du 28 mars 1836, Mme la marquise de Laplace priait M. Arago de vouloir bien soumettre à l'acceptation de l'Académie un prix qu'elle avait l'intention de fonder à perpétuité.

« Ce prix consisterait dans les œuvres complètes de M. de Laplace; il serait donné tous les ans, par les mains du président de l'Académie, au premier élève sortant de l'École polytechnique. »

Une ordonnance royale du 3 juin 1836 autorisa l'Académie à accepter cette donation qui, conformément au désir de Mme de Laplace, eut un effet rétroactif; le prix fut décerné, pour l'année 1835, à M. Jacquin et pour l'année 1836, à M. Delaunay.

Depuis plusieurs années, les œuvres de Laplace, imprimées aux frais de l'État, en exécution de la loi du 15 juin 1842, étaient épuisées; l'Académie éprouvait de sérieuses difficultés à se procurer, dans le commerce, l'exemplaire destiné au prix qu'elle est appelée à décerner annuellement.

Dans ces circonstances, la réimpression de ces œuvres fut décidée. M. le général marquis de Laplace, qui en avait pris l'initiative, mourut en y affectant, par testament, une somme de 70 000 francs, et en priant MM. Dumas et Élie de Beaumont, secrétaires perpétuels de l'Académie, d'en surveiller l'exécution; de son côté, Mme la marquise de Colbert, nièce du général et petite-fille de Laplace, voulut aussi y consacrer une somme importante, afin que l'œuvre prît le caractère d'une édition définitive.

Le 16 juillet 1877, l'Académie acceptait de publier cette édition sous ses auspices et sous sa responsabilité; M. Bertrand succédait à M. Élie de Beaumont, alors décédé, et MM. Puiseux et Houël offraient leur active coopération pour la revision des textes.

C'est ainsi que pourra s'achever bientôt ce magnifique monument élevé à la gloire de Laplace. Son exécution matérielle a été confiée à M. Gauthier-Villars, c'est dire qu'elle est à la fois digne du grand astronome, de sa famille et de l'Académie elle-même.

Le traité passé entre Mme de Colbert, MM. Dumas et Bertrand et M. Gauthier-Villars, assure à tout jamais à l'Académie des sciences la possession de l'exemplaire dont elle fait emploi tous les ans.

Nous extrayons de ce traité les clauses suivantes :

« Art. 5. — M. Gauthier-Villars s'engage, de plus, à livrer gratuitement, chaque année, de la part de Mme de Colbert, petite-fille de Laplace, à l'Académie des sciences, un exemplaire des œuvres complètes de Laplace, destiné à être donné en prix, conformément à la fondation instituée par la marquise de Laplace, à l'élève sorti le premier de l'École polytechnique.

« Art. 6. — Il doit être bien entendu que dans les réimpressions que M. Gauthier-Villars devra faire par la suite, il comprendra l'exemplaire complet à fournir gratuitement, chaque année, à l'Académie, pour le prix fondé par Mme de Laplace. Cet engagement est ainsi pris à tout jamais par M. Gauthier-Villars, tant pour lui que pour ses successeurs. »

PRIX DONNÉ PAR M. MANNI.

Le 13 février 1837, l'Académie recevait de M. Manni, professeur de l'Université de Rome, une lettre par laquelle il proposait de faire les fonds d'un prix spécial de *quinze cents francs* à décerner au meilleur mémoire sur la question des morts apparentes et sur les moyens de remédier aux accidents funestes qui en sont souvent les conséquences.

Une ordonnance royale du 6 avril 1837 a autorisé l'acceptation de cette somme une fois donnée.

Le prix fut proposé pour l'année 1839, dans les termes qui suivent :

« Quels sont les caractères distinctifs des morts apparentes?

« Quels sont les moyens de prévenir les enterrements prématurés? »

Le prix a été décerné en 1846 à M. le docteur Bouchut.

PRIX LÉGUÉ PAR M. BARAUDON.

Par un testament fait à Limoges, le 11 juin 1836, M. Baraudon, procureur du roi, léguait à l'Institut de France deux sommes de six mille francs, la première pour la fondation d'un prix à décerner par l'Académie des inscriptions et belles-lettres ou par l'Académie des sciences morales et poli-

(1) Voir p. 1107, nº du 23 mai 1880; p. 1209, nº du 19 juin 1880 et p. 60, nº du 17 juillet 1880.

tiques ; la seconde, dont il désirait qu'il fût fait l'emploi suivant :

« Il sera pris également sur ma succession une somme de *six mille francs* qui sera donnée à la personne qui, dans l'espace de cinq ans, à compter du moment où le présent testament aura commencé à produire définitivement effet, aura fait la découverte la plus profitable aux classes ouvrières de la société. »

Par une décision prise dans sa séance du 26 février 1838, l'Académie avait déclaré accepter cette donation, mais les deux autres Académies légataires l'ayant refusée pour ce qui les concernait, l'Académie des sciences a annulé sa première décision, le 26 mars suivant.

PRIX CUVIER.

Par une lettre du 1er avril 1839, M. le baron de Gerando informait l'Académie des sciences que la commission des souscripteurs pour le monument Cuvier ayant en réserve une somme restée sans emploi avait exprimé le vœu qu'elle servît à la fondation d'un prix qui porterait le nom de Cuvier.

Dans sa séance du 8 avril, l'Académie, acceptant l'offre qui lui était faite, décidait que le prix Cuvier serait décerné tous les trois ans à l'ouvrage le plus remarquable sur l'étude des ossements fossiles, l'anatomie comparée ou la zoologie.

Le roi, par une ordonnance du 25 juillet 1839, autorisa l'acceptation de la somme offerte à l'Académie par la commission.

Le prix fut proposé, pour la première fois, pour l'année 1851 et décerné à M. Agassiz.

Sa valeur est actuellement de *quinze cents francs*.

PRIX FONDÉS PAR M. RAGUENEAU DE LA CHAINAYE.

Par un testament en date du 25 janvier 1832, M. Ragueneau de la Chainaye, consul de France au Chili, léguait aux Académies composant l'Institut de France, l'Académie des inscriptions et belles-lettres exceptée, une somme évaluée à cent mille francs, pour la fondation de prix à décerner à des mémoires sur des sujets d'utilité publique.

Un décret du 13 mars 1837 autorisait les Académies à accepter ce legs.

Peu de temps après, l'Académie des sciences, se trouvant en possession de ce décret, recevait de la veuve du testateur une lettre par laquelle elle l'informait que l'actif de la succession s'élevait à une somme de moitié inférieure à celle que présentait le passif. Par une délibération du 24 février 1842, les Académies déclarèrent renoncer au legs ; elles y furent régulièrement autorisées par un nouveau décret du 15 juin.

PRIX SUR L'AGRICULTURE FONDÉ PAR M. DE MOROGUES.

M. le baron B. de Morogues a légué, par son testament en date du 25 octobre 1834, une somme de *dix mille francs*, placée en rentes sur l'État, pour faire l'objet d'un prix à décerner tous les cinq ans, alternativement, par l'Académie des sciences, à l'ouvrage qui aura fait faire le plus grand progrès à l'agriculture en France, et par l'Académie des sciences morales et politiques, au meilleur ouvrage sur l'état du paupérisme en France et le moyen d'y remédier.

Les deux Académies légataires ont été autorisées à accepter le legs Morogues, par ordonnance royale du 26 mars 1842.

Le prix proposé pour la première fois par l'Académie des sciences a été décerné, en 1853, à M. Hervé-Mangon.

La valeur du prix Morogues est aujourd'hui de *mille sept cents francs*.

PRIX OFFERTS PAR Mme LA PRINCESSE GALITZIN.

Par deux lettres du mois d'octobre 1844, Mme la princesse Galitzin, née Ismaïlow, offrait à l'Académie une première somme de *mille francs* pour l'institution d'un prix relatif au dernier changement opéré dans les monnaies de la Russie, puis une seconde somme de même valeur pour la proposition d'un autre prix concernant les inconvénients de la pomme de terre considérée comme nourriture habituelle des peuples.

Par une délibération en date du 21 octobre, l'Académie a refusé ces deux donations.

PRIX OFFERT PAR M. DELESTRE-POIRSON.

Le 22 mars 1849, M. Delestre-Poirson adressait à M. Arago une lettre de laquelle nous extrayons ce qui suit :

« Par un souvenir de famille, et ayant d'ailleurs été témoin de l'état de gêne et de privations qu'éprouvent souvent les savants dans la retraite où, absorbés exclusivement par l'étude, ils se livrent au perfectionnement de la science, j'offre à l'Académie une rente perpétuelle de *mille francs* dont les arrérages seront délivrés annuellement à un savant (géographe et père de famille de préférence), habitant le XIIe arrondissement de Paris. »

Le 26 du même mois une commission fut chargée d'examiner cette proposition à laquelle aucune suite ne fut donnée.

PRIX SUR L'HOMŒOPATHIE, OFFERT PAR M. LOISEAU.

Dans sa séance du 21 octobre 1850, M. Loiseau adressait à l'Académie la note suivante :

« Désirant faire pour l'homœopathie ce qui a déjà été fait pour le magnétisme, je propose *quatre mille francs* à l'homœopathe qui pourra démontrer, par des expériences, les principes sur lesquels repose la doctrine de Hahnemann, exposés dans l'*Organon*.

Par une décision du 11 novembre, l'Académie a refusé de juger ce prix.

PRIX FONDÉ PAR M. JOSSE.

Par un testament fait à Port-Louis (Ile Maurice), le 1er août 1839, M. F.-T. Josse, officier de santé des troupes françaises,

instituait l'École de médecine de Paris et l'Institut de France ses légataires universels,

« Dans la plus pure intention, dit-il, de fonder un prix annuel à perpétuité, pour être délivré, chaque année, à celui qui aura présenté le meilleur ouvrage sur mes opinions relatives à la chaleur et à la lumière, considérées sous les nouveaux rapports consignés dans mes thèses, sans en altérer ni l'esprit, ni le texte. »

Par une décision en date du 14 avril 1851, l'Académie des sciences a refusé ce legs, pour ce qui la concerne.

PRIX SUR LE CHOLÉRA FONDÉ PAR M. BRÉANT.

Dans sa séance du 21 juin 1852, l'Académie acceptait le legs qui lui était fait dans les termes suivants par M. J.-R. Bréant, ancien directeur des essais des monnaies de France :

« J'institue et donne après ma mort, pour être décerné par l'Institut de France, un prix de *cent mille francs*, à celui qui aura trouvé le moyen de guérir du choléra asiatique, ou qui aura découvert les causes de ce terrible fléau.

« Dans l'état actuel de la science, je pense qu'il y a encore beaucoup de choses à trouver dans la composition de l'air et dans les fluides qu'il contient : en effet, rien n'a encore été découvert au sujet de l'action qu'exercent sur l'économie animale les fluides électriques, magnétiques ou autres; rien n'a été découvert également sur les animalcules qui sont répandus en nombre infini dans l'atmosphère, et qui sont peut-être la cause ou une des causes de cette cruelle maladie.

« Je n'ai pas connaissance d'appareils aptes, ainsi que cela a lieu pour les liquides, à reconnaître l'existence dans l'air d'animalcules aussi petits que ceux que l'on aperçoit dans l'eau en se servant des instruments microscopiques que la science met à la disposition de ceux qui se livrent à cette étude.

« Comme il est probable que le prix de *cent mille francs*, institué comme je l'ai expliqué plus haut, ne sera pas décerné de suite, je veux, jusqu'à ce que ce prix soit gagné, que l'intérêt dudit capital soit donné par l'Institut à la personne qui aura fait avancer la science sur la question du choléra ou de toute autre maladie épidémique, soit en donnant de meilleures analyses de l'air, en y démontrant un élément morbide, soit en trouvant un procédé propre à connaître et à étudier les animalcules qui jusqu'à présent ont échappé à l'œil du savant, et qui pourraient bien être la cause, ou une des causes de la maladie. »

Un décret impérial en date du 15 novembre 1853 autorisait l'Académie des sciences à accepter la fondation Bréant.

Dès qu'elle put entrer en possession de ce legs, l'Académie renvoya à l'examen de sa section de médecine et chirurgie, la rédaction du programme qu'il convenait de publier. Claude Bernard lui présenta à cette occasion, dans la séance du 13 novembre 1854, un rapport, dont les conclusions suivantes furent adoptées :

« 1° Pour remporter le prix de cent mille francs, il faudra trouver une médication qui guérisse le choléra asiatique dans l'immense majorité des cas, ou indiquer d'une manière incontestable les causes du choléra asiatique, de façon qu'en amenant la suppression de ces causes on fasse cesser l'épidémie; ou enfin découvrir une prophylaxie certaine et aussi évidente que l'est, par exemple, celle de la vaccine pour la variole.

« 2° Pour obtenir le prix annuel représenté par l'intérêt du capital, il faudra, par des procédés rigoureux, avoir démontré dans l'atmosphère l'existence de matières pouvant jouer un rôle dans la production ou la propagation des maladies épidémiques.

« Dans le cas où les conditions précédentes n'auraient pas été remplies, le prix annuel pourra, aux termes du testament, être accordé à celui qui aura trouvé le moyen de guérir radicalement les dartres, ou qui aura éclairé leur étiologie. »

Le prix fondé par Bréant n'a pas encore été décerné, mais les intérêts qu'il fournit sont fréquemment attribués à des recherches importantes ou à des expériences conformes aux vues du testateur.

PRIX TRIENNAL FONDÉ PAR NAPOLÉON III.

« Napoléon, par la grâce de Dieu et la volonté nationale, empereur des Français,

« A tous présents et à venir, salut.

« Sur le rapport de notre ministre secrétaire d'État, au département de l'instruction publique et des cultes,

« Avons décrété et décrétons ce qui suit :

« Art. 4. — Dans la séance publique commune aux cinq Académies, un prix d'une valeur annuelle de *dix mille francs* sera, tous les trois ans, décerné en notre nom à l'ouvrage ou à la découverte que les cinq classes auront jugé le plus propre à honorer ou à servir le pays.

« Ce prix sera décerné, pour la première fois, le 15 août 1856, entre tous les auteurs des travaux signalés dans les cinq dernières années.

« Fait au palais des Tuileries, le 14 avril 1855.

« NAPOLÉON. »

Dans sa séance du 2 avril 1856, l'Institut, convoqué en séance générale extraordinaire, s'occupa des moyens de satisfaire au décret précité; la discussion fut continuée au 9 du même mois, et chacune des Académies choisit dans son sein trois commissaires qui furent chargés d'examiner les titres des candidats au prix.

L'Académie des sciences, dans sa séance du 26 mai 1856, sur la proposition de sa section de physique, choisit pour son candidat M. Fizeau, auteur de deux expériences fondamentales sur la vitesse de la lumière. Ce choix fut ratifié par l'Institut tout entier, dans la séance générale du 9 juillet suivant.

M. Fizeau obtint donc le prix *triennal de trente mille francs*, le seul qui fut décerné, un décret en date du 11 août 1859 l'ayant rendu biennal.

PRIX BIENNAL.

« Napoléon, par la grâce de Dieu et la volonté nationale, empereur des Français,

« A tous présents et à venir, salut.

« Sur le rapport de notre ministre secrétaire d'État au département de l'instruction publique et des cultes;

« Vu le décret du 14 avril 1855,

« Avons décrété et décrétons ce qui suit :

« Article premier. — Un prix de la valeur de *vingt mille francs* sera, tous les deux ans, décerné en notre nom par l'Institut impérial de France, dans sa séance publique commune aux cinq Académies.

« Ce prix sera attribué tour à tour, dans l'ordre des lettres, des sciences et des arts, à une œuvre ou à une découverte désignée par la majorité des suffrages des Académies réunies.

« Il remplacera le prix triennal institué par le décret du 14 avril 1855 et sera décerné, pour la première fois, dans la séance du 15 août 1860, entre les auteurs des ouvrages qui se seront produits dans l'ordre des lettres pendant les six dernières années.

« Fait au palais de Saint-Cloud, le 11 août 1859.

« NAPOLÉON. »

Réuni en séance extraordinaire le 14 décembre 1859, l'Institut constata bientôt les inconvénients qui lui paraissaient pouvoir résulter particulièrement de la disposition qui réduirait trois des Académies à ne compter que pour une dans la distribution du prix. Il adressait à ce sujet à M. Walewski, ministre d'État, une lettre explicative dont les termes avaient été arrêtés dans la séance du 28 décembre; l'empereur répondit à cette lettre par le décret suivant :

« Napoléon, par la grâce de Dieu et la volonté nationale, empereur des Français,

« A tous présents et à venir, salut.

« Sur le rapport de notre ministre d'État;

« Vu les décrets du 14 avril 1855 et du 11 août 1859;

« Prenant en considération le vœu qui nous a été exprimé par l'Institut impérial de France, relativement à l'application du décret du 11 août 1859,

« Avons décrété et décrétons ce qui suit :

« Article premier. — Le prix biennal de *vingt mille francs,* institué par notre décret du 11 août 1859, sera attribué tour à tour, à partir de 1861, à l'œuvre ou à la découverte la plus propre à honorer ou à servir le pays, qui se sera produite pendant les dix dernières années dans l'ordre spécial des travaux que représente chacune des cinq Académies de l'Institut impérial de France. Il sera décerné en notre nom par l'Institut, dans sa séance publique du 15 août, sur la désignation successive de l'Académie française, de l'Académie des inscriptions et belles-lettres, de l'Académie des sciences, de l'Académie des beaux-arts, de l'Académie des sciences morales et politiques.

« Cette désignation devra être sanctionnée par la majorité des suffrages des cinq Académies réunies.

« Le prix ne pourra en aucun cas être partagé.

« Art. 2. — Notre ministre d'État est chargé de l'exécution du présent décret.

« Fait au palais des Tuileries, le 22 décembre 1860.

« NAPOLÉON. »

Le prix biennal ainsi fondé a été décerné :

Par l'Académie française, en 1861, à M. Thiers; en 1871, à M. Guizot.

Par l'Académie des inscriptions et belles-lettres, en 1863, à M. Oppert; en 1873, à M. Mariette.

Par l'Académie des sciences, en 1865, à M. Wurtz; en 1875, à M. Paul Bert.

Par l'Académie des beaux-arts, en 1867, à M. Félicien David; en 1877, à M. Chapu.

Par l'Académie des sciences morales et politiques, en 1869, à M. Henri Martin; en 1879, à M. Demolombe.

PRIX FONDÉ PAR M. LALLEMAND.

Un testament olographe fait à Paris, le 2 novembre 1852, par M. le docteur Lallemand, membre de l'Académie des sciences, institue cette Académie légataire d'une somme de *cinquante mille francs,* pour la formation d'un prix destiné à récompenser ou encourager des travaux relatifs au système nerveux dans la plus large acception des mots.

Par un codicille en date du 22 février 1854, le revenu de la somme léguée est affecté par M. Lallemand à une pension viagère au profit de l'un de ses meilleurs amis.

L'Académie vient d'entrer tout récemment en possession de ce legs qu'elle a été autorisée à accepter par un décret du 26 avril 1855; le prix Lallemand figurera au prochain programme qui sera publié au commencement de l'année 1881.

PRIX DE CHIMIE FONDÉ PAR M. JECKER.

Par un testament en date du 13 mars 1851, M. le docteur Jecker a fait à l'Académie des sciences un legs de *deux cent mille francs* destiné à récompenser l'auteur de l'ouvrage le plus utile sur la chimie organique.

A la suite d'une transaction consentie entre elle et les héritiers, le legs fut réduit de cinquante mille francs, et l'Académie obtint, par un décret du 4 août 1855, l'autorisation de l'accepter.

Le prix Jecker fut décerné pour la première fois dans la séance publique de l'année 1858. M. Ch. Gerhardt et M. Aug. Laurent reçurent chacun un prix de six mille cent quarante francs.

A partir de cette époque, l'Académie résolut de fixer le prix Jecker à la somme de cinq mille francs, et de tenir en réserve les reliquats de la fondation jusqu'au moment où elle pourrait rétablir la quotité du prix fondé primitivement par le testateur.

Ce résultat a été obtenu en 1877; en conséquence, le prix est actuellement de *dix mille francs.*

PRIX FONDÉ PAR M. DE TRÉMONT.

Le baron de Trémont, ancien préfet, a légué à l'Académie, par testament en date du 5 mai 1845, une somme annuelle de *onze cents francs* « pour aider, dans ses travaux, tout savant, ingénieur, artiste ou mécanicien auquel une assistance sera nécessaire pour atteindre un but utile et glorieux pour la France ».

Cette fondation ayant été autorisée par un décret du 8 septembre 1856, l'Académie proposa, pour l'année 1857, d'accorder la somme provenant du legs Trémont, à titre d'encouragement, à tout « savant, ingénieur, artiste ou mécanicien » qui, se trouvant dans les conditions indiquées, aurait présenté, dans le courant de l'année, une découverte ou un

perfectionnement paraissant répondre le mieux aux intentions du fondateur.

Le prix fut décerné, pour trois années, à M. Ruhmkorff.

PRIX FONDÉ PAR M. BARBIER.

Le 21 décembre 1846, l'Académie recevait le testament de M. le baron J.-A. Barbier, ancien chirurgien en chef de l'hôpital militaire du Val-de-Grâce. Ce testament renfermait les dispositions suivantes :

« Je prétends et je veux qu'une somme annuelle de neuf mille francs soit affectée pour fonder trois prix annuels, savoir :..... Pareille somme de trois mille francs pour prix annuels pour celui qui fera une découverte précieuse pour la science chirurgicale, médicale, pharmaceutique et dans la botanique ayant rapport à l'art de guérir.

« Ces trois prix seront jugés et distribués publiquement : le premier par l'Académie royale de médecine, le second par la Faculté de médecine de Paris, et le troisième par l'Institut. »

A la suite d'observations qui lui furent adressées par les héritiers du docteur Barbier, l'Académie consentit un projet de transaction réduisant à *deux mille francs* le legs qui lui était fait.

Un décret du 2 mars 1859 a autorisé son acceptation.

Le prix Barbier fut décerné, pour la première fois, dans la séance publique de l'année 1862, à M. Cap.

PRIX FONDÉ PAR M. GODARD.

Par un testament en date du 4 septembre 1862, M. le docteur Godard a légué à l'Académie des sciences « le capital d'une rente de *mille francs*, 3 pour 100, pour fonder un prix qui, chaque année, sera donné au meilleur mémoire sur l'anatomie, la physiologie et la pathologie des organes génito-urinaires. Aucun sujet de prix ne sera proposé. »

« Dans le cas où, une année, le prix ne serait pas donné, il serait ajouté au prix de l'année suivante ».

Un décret, en date du 6 mai 1863, a autorisé l'Académie à accepter ce legs.

Le prix, proposé la première fois pour l'année 1865, a été décerné à M. Hélie.

PRIX D'ASTRONOMIE FONDÉ PAR Mme LA BARONNE DE DAMOISEAU.

Par acte notarié du 9 mars 1863, Mme la baronne de Damoiseau faisait donation à l'Académie d'une somme de vingt mille francs destinée à la fondation d'un prix à décerner à l'auteur français ou étranger du « mémoire de théorie suivi d'applications numériques qui lui paraîtrait le plus utile aux progrès de l'astronomie ».

La fondatrice désirait que ce prix pût être annuel ou triennal suivant que l'Académie le jugerait nécessaire.

Un décret, en date du 16 mai 1863, a autorisé l'acceptation de cette donation.

Le prix Damoiseau est proposé depuis l'année 1865. La question est restée la suivante : « Revoir la théorie des satellites de Jupiter. »

L'Académie, voulant montrer l'importance qu'elle attache à l'étude de cette question, a élevé successivement le prix jusqu'à la somme de dix mille francs.

Sa valeur annuelle est de *sept cent soixante-dix francs.*

PRIX DESMAZIÈRES.

Par son testament en date du 14 avril 1855, M. Desmazières a légué à l'Académie des sciences un capital de *trente-cinq mille francs,* devant être converti en rentes 3 pour 100, et servir à fonder un prix annuel pour être décerné « à l'auteur français ou étranger du meilleur ou plus utile écrit, publié dans le courant de l'année précédente, sur tout ou partie de la cryptogamie ».

Un décret, en date du 25 novembre 1863, a autorisé l'Académie à accepter ce legs.

Le prix proposé pour l'année 1866 a été décerné, la première fois, à M. Roze.

Sa valeur est actuellement de *seize cents francs.*

PRIX SAVIGNY.

Un décret du 20 avril 1864 a autorisé l'Académie des sciences à accepter le legs qui lui a été fait par testament du 1er décembre 1856, par Mlle A.-O. Le Tellier de Savigny.

« Voulant, dit la testatrice, perpétuer, autant qu'il est en mon pouvoir de le faire, le souvenir d'un martyr de la science et de l'honneur, je lègue à l'Institut de France, Académie des sciences, section de zoologie, *vingt mille francs,* au nom de Marie-Jules-César Le Lorgne de Savigny, ancien membre de l'Institut d'Égypte et de l'Institut de France, pour l'intérêt de cette somme de *vingt mille francs* être employé à aider les jeunes zoologistes voyageurs qui ne recevront pas de subvention du gouvernement et qui s'occuperont plus spécialement des animaux sans vertèbres de l'Égypte et de la Syrie. »

L'Académie a proposé le prix Savigny pour la première fois dans la séance publique de l'année 1866. Il a été décerné seulement, en 1870, à M. Mac-Andrew et à M. A. Issel.

La valeur de ce prix est actuellement de *neuf cent soixante-quinze francs.*

PRIX THORE.

Par un testament en date du 3 juin 1863, M. F.-H.-F. Thore, propriétaire à Dax, prenait la disposition suivante, qui fut approuvée par un décret du 6 août 1864 :

« Je lègue à l'Académie des sciences de Paris le capital nécessaire pour l'acquisition d'une rente annuelle de *deux cents francs* sur les fonds publics, cette rente destinée à la fondation d'un prix de pareille somme à décerner chaque année au nom de Jean Thore, mon père, médecin et botaniste, à l'auteur du meilleur mémoire sur les algues fluviatiles ou marines d'Europe, ou sur les mousses, ou sur les lichens, ou sur les champignons d'Europe, ou sur les mœurs ou l'anatomie d'une espèce des insectes d'Europe. »

Pour se conformer au désir du testateur, l'Académie décida qu'elle décernerait le prix ainsi fondé, alternativement à des travaux sur les cryptogames cellulaires d'Europe et à des recherches sur les mœurs ou l'anatomie d'un insecte.

Le prix proposé la première fois, pour l'année 1866, fut décerné à M. Fabre.

PRIX DALMONT.

Par son testament en date du 5 novembre 1863, M. D.-V. Dalmont mettait à la charge de ses légataires la disposition dont l'énoncé suit :

« XII. — Payer et servir, tous les trois ans, à l'Académie des sciences, section de l'Institut, une somme de *trois mille francs* pour qu'elle décerne en mon nom, et tous les trois ans, un prix de trois mille francs à celui de MM. les ingénieurs du corps des ponts et chaussées, en activité de service, qui lui aura présenté à son choix le meilleur travail ressortissant à l'une des sections de cette Académie. Je lègue aux conditions ci-dessus une somme totale de trente mille francs pour ce prix triennal qui, dans ma pensée, pourra exciter MM. les ingénieurs susdits à suivre l'exemple de leurs savants devanciers, MM. Fresnel, Navier, Coriolis, Cauchy, de Prony et Girard, et, comme eux, obtenir le fauteuil académique. »

Un décret, en date du 6 mai 1865, autorisa l'Académie à accepter le prix fondé par M. Dalmont.

Elle le proposa la première fois pour l'année 1867. Ce fut M. Bazin qui l'obtint.

PRIX PLUMEY.

Du testament de M. J.-B.-M. Plumey, fait en la forme olographe, à Paris, le 10 juillet 1859, nous avons extrait ce qui suit :

« Art. 2. — Je lègue en toute propriété à l'Académie des sciences de Paris vingt-cinq actions de la Banque de France, à prendre parmi celles que je possède, pour les dividendes être employés chaque année (s'il y a lieu) en un prix à l'auteur du perfectionnement des machines à vapeur ou de toute autre invention qui (au jugement de l'Académie) aura le plus contribué aux progrès de la navigation à vapeur. »

L'Académie, ayant été autorisée à accepter ce legs par décret du 13 juin 1866, proposa de décerner le prix Plumey, pour la première fois, dans sa séance publique de l'année 1870. Il fut décerné à M. Taurines en 1872.

Sa valeur est aujourd'hui de *deux mille cinq cents francs.*

PRIX DE BOTANIQUE FONDÉ PAR M. MONTAGNE.

Par un testament en date du 11 octobre 1862, M. Montagne, membre de l'Institut, instituait l'Académie sa légataire universelle, à charge par elle d'affecter le revenu annuel de sa succession à des prix dont la forme et la nature sont déterminées ainsi qu'il suit :

« Dans l'intérêt de la science et surtout de cette branche difficile de la botanique que j'ai constamment cultivée, sinon avec succès, du moins avec tant de zèle et d'amour, j'entends que ce revenu serve à perpétuité à fonder un ou deux prix qui seront décernés chaque année dans sa séance publique par l'Académie des sciences. Ces prix seront ou pourront être, l'un de *mille francs,* et l'autre de *cinq cents francs* pour être adjugés sur le rapport de la décision de la section de botanique à l'auteur ou aux auteurs de découvertes ou de travaux importants sur les végétaux cellulaires et qui auront été adressés à l'Institut pendant l'année précédente ou dans le courant de l'année, mais en temps nécessaire pour être examinés, jugés et prendre conséquemment part au concours. »

Constituée nue propriétaire par ce même testament, l'Académie n'est pas encore entrée en possession du legs Montagne qu'elle a été autorisée à accepter par décret du 21 juillet 1866.

PRIX FONDÉS PAR M. MAGNAN.

Par testament du 15 janvier 1857, M. C.-L.-D. Magnan, de Carpentras, instituait pour son légataire universel l'Institut de France à charge par lui de décerner annuellement un ou plusieurs prix.

« Les principales choses à honorer d'un prix sont le meilleur ouvrage littéraire ou scientifique, une invention nouvelle d'une grande utilité, une bonne conduite, une belle action.

« On pourrait, ajoute le légataire, donner des prix plus honorifiques que lucratifs ; des fleurs en riche métal, comme aux jeux floraux, etc. »

Dans sa séance du 29 octobre 1866, l'Académie des sciences a renoncé, pour ce qui la concerne, au legs Magnan.

PRIX DE LA FONS MÉLICOCQ.

Par un testament du 2 décembre 1864, M. de La Fons Mélicocq constituait l'Académie des sciences légataire d'une somme de *trois cents francs* de rente 3 pour 100.

« Cette rente, accumulée durant trois ans, disait le testateur, servira à la fondation d'un prix qui sera décerné tous les trois ans par cet illustre corps savant, au meilleur ouvrage de botanique sur le nord de la France, c'est-à-dire sur les départements du Nord, du Pas-de-Calais, des Ardennes, de la Somme, de l'Oise et de l'Aisne. »

L'acceptation de ce legs ayant été autorisée par un décret du 6 novembre 1867, l'Académie proposa de décerner pour la première fois le prix La Fons Mélicocq dans sa séance publique de 1871. Il fut partagé en 1874, à titre d'encouragement, entre M. Callay et MM. E. de Vicq et Blondin de Brutelette.

La valeur du prix La Fons Mélicocq est de *neuf cents francs.*

PRIX FOURNEYRON.

M. Benoît Fourneyron, ingénieur civil, par un testament en date du 6 juin 1867, léguait à l'Académie des sciences *cinq cents francs* de rente sur l'État français, pour être employés tous les deux ans à décerner un prix de mécanique appliquée, laissant à l'Académie le soin d'en rédiger le programme.

L'Académie ayant obtenu, par un décret du 6 novembre 1867, l'autorisation d'accepter le legs Fourneyron, proposait pour sujet du prix à décerner pour la première fois en 1871 : « le perfectionnement le plus important apporté à la construction ou à la théorie d'une ou de plusieurs machines hydrauliques ».

Le prix fut décerné en 1875 à M. Sagebien.

Sa valeur est de *mille francs.*

PRIX OFFERT PAR M. GUILLON.

Par un acte notarié en date du 6 juin 1868, M. le docteur Guillon faisait donation à l'Académie d'une somme de *onze mille francs,* dont l'emploi était déterminé de la manière suivante :

« M. Guillon désire que cette somme reçue par lui pour les soins qu'il a donnés avec un plein succès à S. M. l'empereur, à Vichy et à Biarritz en 1866, soit immédiatement employé en l'acquisition d'une inscription de rente 3 pour 100 sur l'État français, dont les arrérages, accumulés pendant trois ans, seront donnés en prix, pour récompenser le meilleur travail sur la guérison des maladies urinaires. »

Par une décision du 29 juin, l'Académie a déclaré ne pas accepter cette donation.

PRIX SERRES.

M. Serres, professeur au Muséum d'histoire naturelle, membre de l'Institut, a légué à l'Académie, par testament en date du 16 janvier 1868, une somme de soixante mille francs, « pour instituer un prix triennal sur l'embryologie générale, appliquée autant que possible à la physiologie et à la médecine ».

Un décret du 19 août 1868 a autorisé l'acceptation de ce legs.

Le prix Serres a été proposé, la première fois, pour l'année 1872; il a été décerné à M. Gerbe.

Sa valeur est de *sept mille cinq cents francs.*

PRIX PONCELET.

L'Académie des sciences recevait, dans sa séance du 13 avril 1868, la lettre suivante :

« Monsieur le président,

« Les sentiments de respect et d'affection dont le général Poncelet était animé pour l'Académie lui avaient inspiré le désir d'être toujours associé à ses travaux.

« Pendant sa vie, et ses confrères qu'il a tant aimés le savent bien, il n'avait pas cessé un seul instant d'être occupé de la marche des sciences; vers sa dernière heure, il formait le vœu d'être encore associé, après sa mort, à leur développement pendant un long avenir.

« Je remplis ses intentions en mettant à la disposition de l'Académie une somme annuelle de deux mille cinq cents francs destinée à récompenser l'auteur français ou étranger du travail le plus important pour le progrès des mathématiques pures ou appliquées, publié dans le cours des dix années qui auront précédé le jugement de l'Académie.

« Dès ce moment, le capital représentant cette rente annuelle est assuré après moi à l'Académie. Si je ne m'en dessaisis pas aujourd'hui en sa faveur, c'est que je trouverai quelque douceur et quelque consolation, tant que je vivrai, à prendre soin que la rente que j'institue soit déposée chaque année, au nom du général et en souvenir de sa chère mémoire, le jour anniversaire de sa mort, entre les mains de l'agent de l'Académie.

« J'ai l'honneur d'être, etc.

« Vᵉ P. PONCELET. »

L'Académie ayant accepté avec une vive reconnaissance cette fondation nouvelle, Mᵐᵉ Poncelet, par un acte notarié du 25 mai 1868, donnait suite au projet qu'elle avait formé et régularisait cette donation que l'Académie fut autorisée à accepter par un décret du 22 août suivant.

Le prix proposé la première fois, pour l'année 1869, fut décerné à M. R. Mayer, de Heilbronn.

Non contente d'avoir pu, par cette généreuse pensée, perpétuer son souvenir et celui du général, Mᵐᵉ Poncelet, par un nouvel acte du 12 juin 1876, offrait à l'Académie une nouvelle somme devant servir annuellement à l'achat d'un exemplaire des œuvres du général Poncelet pour être offert en même temps que le prix décerné.

Un nouveau décret du 7 décembre 1876 a également autorisé cette donation.

Le prix Poncelet est de *deux mille francs.* L'Académie, conformément au vœu de la fondatrice, y joint une médaille de bronze rappelant les traits du général et un exemplaire de ses œuvres complètes.

PRIX OFFERT PAR Mᵐᵉ DELALANDE-GUÉRINEAU.

Le 20 mai 1869, Mᵐᵉ F. Guérineau, née Delalande, adressait au président de l'Académie des sciences une lettre dans laquelle elle exprimait le désir de fonder un prix de *trois cents francs* à décerner tous les deux ans au voyageur français dans nos colonies ou dans d'autres contrées exotiques qui rendrait le plus de services à l'histoire naturelle, particulièrement sous le rapport de l'alimentation de l'homme.

Par une lettre du 19 mars 1870, Mᵐᵉ F. Guérineau offrait de porter ce prix à la somme de cinq cents francs.

Aucune décision ne fut prise au sujet de cette affaire, la donatrice ayant résolu de fonder le prix en question par testament.

PRIX FONDÉ PAR M. CHAUSSIER.

Par un testament en date à Paris du 19 mai 1863, M. F.-B.-S. Chaussier laissait à la charge de son légataire la fondation suivante :

« 5° Je veux que mon légataire prenne une inscription de rente de *deux mille cinq cents francs* par an que l'on accumulera pendant quatre ans pour donner un prix sur le meilleur livre ou mémoire qui aura paru pendant ce temps et fait avancer la médecine, soit sur la médecine légale, soit sur la médecine pratique, ce prix de dix mille francs sera donné par l'Institut de France, et l'inscription de rente ne pourra être détournée ni aliénée du prix Chaussier. »

L'Académie a été autorisée à accepter ce legs par un décret impérial du 7 juillet 1869.

Le prix Chaussier, proposé la première fois pour l'année 1871, a été décerné à M. A. Tardieu.

Sa valeur est de *dix mille francs*.

PRIX FONDÉ PAR M. GEGNER.

Dans le testament de M. J.-L. Gegner, ancien employé au ministère des finances, fait à Paris, le 12 mai 1868, se trouve la disposition suivante :

« Je lègue et donne à l'Académie des sciences un nombre d'obligations suffisant pour former le capital d'un revenu de *quatre mille francs*, destiné à soutenir un savant pauvre qui se sera signalé par des travaux sérieux et qui, dès lors, pourra continuer plus fructueusement ses recherches en faveur du progrès des sciences positives. »

Cette fondation a été approuvée par décret impérial du 2 octobre 1869.

Le prix a été proposé, la première fois, pour l'année 1871; il a été décerné à M. Duclaux.

PRIX DE PHYSIOLOGIE, DE PHYSIQUE ET DE CHIMIE FONDÉS PAR M. L. LACAZE.

Par son testament en date du 24 juillet 1865 et ses codicilles des 25 août et 22 décembre 1866, M. Louis Lacaze, docteur-médecin à Paris, a légué à l'Académie des sciences trois rentes de *cinq mille francs* chacune, dont il a réglé l'emploi de la manière suivante :

« Dans l'intime persuasion où je suis que la médecine n'avancera réellement qu'autant qu'on saura la physiologie, je laisse cinq mille francs de rente perpétuelle à l'Académie des sciences, en priant ce corps savant de vouloir bien distribuer, de deux ans en deux ans, à dater de mon décès, un prix de dix mille francs à l'auteur de l'ouvrage qui aura le plus contribué aux progrès de la physiologie. Les étrangers pourront concourir.....

« Je confirme toutes les dispositions qui précèdent; mais, outre la somme de cinq mille francs de rente perpétuelle que j'ai laissée à l'Académie des sciences de Paris pour fonder un prix de physiologie, que je maintiens ainsi qu'il est dit ci-dessus, je laisse encore à la même Académie des sciences deux sommes de cinq mille francs de rente perpétuelle, libres de tous frais d'enregistrement ou autres, destinées à fonder deux autres prix, l'un pour le meilleur travail sur la physique, l'autre pour le meilleur travail sur la chimie. Ces deux prix seront, comme celui de physiologie, distribués tous les deux ans, à perpétuité, à dater de mon décès, et seront aussi de dix mille francs chacun. Les étrangers pourront concourir. Ces sommes ne seront pas partageables et seront données en totalité aux auteurs qui en auront été jugés dignes. Je provoque ainsi, par la fondation assez importante de ces trois prix, en Europe et peut-être ailleurs, une série continue de recherches sur les sciences naturelles, qui sont la base la moins équivoque de tout savoir humain; et, en même temps, je pense que le jugement et la distribution de ces récompenses par l'Académie des sciences de Paris sera un titre de plus, pour ce corps illustre, au respect et à l'estime dont il jouit dans le monde entier. Si ces prix ne sont pas obtenus par des Français, au moins ils seront distribués par des Français et par le premier corps savant de France. »

Un décret en date du 27 décembre 1869 a autorisé l'Académie à accepter cette fondation.

Les troix prix Lacaze ont été proposés, la première fois, pour l'année 1873; le prix de physiologie a été décerné à M. Marey; le prix de physique a été décerné à M. Lissajous; le prix de chimie a été décerné à M. Friedel.

PRIX VAILLANT.

Nous extrayons ce qui suit du testament de M. le maréchal Vaillant, en date à Paris du 1er février 1872.

« Je donne quarante mille francs à l'Académie des sciences; elle emploiera cette somme à fonder un prix qui sera accordé par elle, soit annuellement, soit à de plus longs intervalles. Je n'indique aucun sujet pour le prix, ayant toujours pensé laisser une grande société comme l'Académie des sciences appréciatrice suprême de ce qu'il y avait de mieux à faire avec les fonds mis à sa disposition. L'Académie des sciences fera donc tel emploi qui lui semblera le plus convenable de la somme que je mets à sa disposition et que je la prie d'accepter. »

Un décret du 7 avril 1873 ayant autorisé l'acceptation de ce legs, l'Académie décida, dans sa séance du 30 novembre 1874, que le prix Vaillant serait biennal et qu'elle proposerait de décerner le premier prix, dans la séance publique de l'année 1877, « à l'auteur du meilleur travail sur l'étude des petites planètes, soit par la théorie mathématique de leurs perturbations, soit par la comparaison de cette théorie avec l'observation ».

Le lauréat fut M. Schulhof.

La valeur du prix Vaillant est de *quatre mille francs*.

PRIX FONDÉ PAR Mme DELALANDE-GUÉRINEAU.

Par son testament en date du 17 août 1872, Mme Delalande-Guérineau léguait à l'Académie une somme de vingt mille francs dont les intérêts devaient être employés, tous les deux ans, à la fondation d'un prix à décerner au voyageur français ou au savant qui, l'un ou l'autre, aurait rendu le plus de services à la France ou à la science.

La fondatrice ayant excédé, par suite de ses libéralités, la quotité dont elle pouvait disposer, le legs fait à l'Académie a été réduit, d'accord avec les héritiers, à dix mille cinq cents francs.

Un décret en date du 25 décembre 1873 ayant autorisé son acceptation, le prix Delalande-Guérineau a été décerné, pour la première fois, dans la séance publique de l'année 1876, à MM. Filhol et Vélain.

PRIX D'ASTRONOMIE FONDÉ PAR Mme VALZ.

Par un acte en date du 17 juin 1874, Mme veuve Valz faisait donation à l'Académie des sciences d'une somme de

dix mille francs destiné à fonder un prix qui prendrait la qualification de prix Benjamin Valz et qui serait décerné à des travaux conformément au prix Lalande.

Un décret du 29 janvier 1874 a autorisé l'Académie à accepter ce legs. Elle a proposé de le décerner pour la première fois, dans sa séance publique de l'année 1877, « aux meilleures cartes destinées à faciliter les recherches des petites planètes ».

Le prix a été obtenu par MM. Paul et Prosper Henry.

Le prix Valz est de *quatre cent soixante francs.*

PRIX FONDÉ PAR M. DUSGATE.

Par un testament en date du 11 janvier 1872, M. A.-R. Dusgate léguait à l'Académie des sciences cinq cents francs de rente française 3 pour 100 sur l'État, pour, avec les arrérages annuels, fonder un prix quinquennal de *deux mille cinq cents francs* à délivrer tous les cinq ans à l'auteur du meilleur ouvrage sur les signes diagnostiques de la mort et sur les moyens de prévenir les inhumations précipitées.

L'Académie fut autorisée à accepter ce legs par un décret en date du 27 novembre 1874.

Elle a proposé de décerner le prix Dusgate, pour la première fois, dans sa séance publique de l'année 1880.

PRIX DE GÉOGRAPHIE FONDÉ PAR M. GAY.

Du testament de M. Claude Gay, membre de l'Institut, fait à Paris, le 3 novembre 1873, nous extrayons ce qui suit :

« Étant assez gravement malade..... ayant également trouvé un bonheur pur et parfait dans mes occupations scientifiques, et n'ayant jamais connu ni l'ennui ni l'oisiveté, pour encourager les personnes qui auraient certaines aptitudes à ces sortes d'études, je lègue à l'Institut (Académie des sciences) une autre rente perpétuelle de deux mille cinq cents francs pour un prix annuel de géographie physique, conformément au programme donné par la commission nommée à cet effet. »

Un décret du 6 février 1875 a autorisé l'Académie à accepter ce legs ; elle a, en conséquence, proposé pour sujet du premier prix qu'elle décernera, s'il y a lieu, dans sa séance publique de l'année 1880, la question suivante :

« Étudier les mouvements d'exhaussement et d'abaissement qui se sont produits sur le littoral océanique de la France, de Dunkerque à la Bidassoa, depuis l'époque romaine jusqu'à nos jours ;

« Rattacher à ces mouvements les faits de même nature qui ont pu être constatés dans l'intérieur des terres ;

« Grouper et discuter les renseignements historiques en les contrôlant par une étude faite sur les lieux ;

« Rechercher entre autres, avec soin, tous les repères qui auraient pu être placés à diverses époques, de manière à contrôler les mouvements passés et servir à déterminer les mouvements de l'avenir. »

PRIX FONDÉ PAR M. HERPIN.

Par son testament en date du 17 janvier 1872, M. Herpin, docteur en médecine, léguait à l'Académie des sciences un titre de *cinq cents francs* de rente nominale annuelle, laquelle rente devait être employée à la fondation d'un prix quatriennal « pour des études et des recherches physiques, physiologiques et thérapeutiques sur la nature, le mode de développement et d'action des germes organisés vivants, qui, répandus dans l'atmosphère et transportés par cette voie dans le corps de l'homme et des animaux, s'y développent, soit comme parasites végétaux ou animaux, ou, réagissant comme toxiques, donnent lieu à certaines maladies..... »

L'Académie a renoncé à ce legs, dans sa séance du 8 février 1875.

PRIX FONDÉ PAR M. PONTI.

Le 20 juillet 1874, l'Académie recevait, par l'entremise du ministre de l'instruction publique, un testament fait à Milan par M. Jérôme Ponti le 5 janvier 1856. De ce testament nous extrayons ce qui suit :

« ..... Je dispose de ce qui m'appartient en ce jour en faveur des trois Académies des sciences de Londres (capitale de l'Angleterre), Paris (capitale de la France), et Vienne (capitale de l'Autriche), de sorte que mon patrimoine soit partagé entre les susdites Académies en trois parties égales..... »

« ..... Il sera obligatoire à chacune des trois Académies susnommées d'employer d'une manière parfaitement sûre et profitable le tiers de mon patrimoine qui lui écherra, et, de la rente, instituer deux concours annuels à perpétuité d'une somme égale ..... Chacune des susdites Académies devra nommer une commission destinée à juger de la distribution des prix annuels, affectés aux deux concours *qui devront* avoir lieu sur les branches suivantes : 1° mécanique, 2° agriculture, 3° physique ou chimie, 4° voyages par mer et par terre, 5° littérature. »

Cette affaire nécessita une étude extrêmement longue, à la suite de laquelle l'Académie déclara renoncer au legs Ponti.

Cette renonciation fut approuvée par lettre ministérielle du 15 mai 1875.

PRIX FONDÉ PAR UNE ANONYME.

Par une lettre en date à Paris du 24 janvier 1876, M. Albert Laval, substitut du procureur de la république près le tribunal de la Seine, informait l'Académie que, par un testament dont il avait connaissance, une dame, qui a désiré rester inconnue, a constitué l'Académie des sciences nue propriétaire, pour en jouir après le décès d'un usufruitier, au cas où ce dernier ne laisserait pas d'enfants, d'une somme de *trente mille francs,* dont le revenu devait être employé à fonder un prix annuel pour l'élève des hôpitaux de Paris qui se serait montré le plus humain auprès des malades.

Ce prix fondé en souvenir de Jobert (de Lamballe) devait porter le nom du célèbre chirurgien.

Par une décision du 13 mars 1876, l'Académie a déclaré qu'il ne lui paraissait pas possible d'accepter ce legs.

PRIX OFFERT PAR M. GUILLON.

Par une lettre en date du 31 janvier 1877, M. le docteur Guillon offrait de faire donation de la somme nécessaire pour

fonder un prix biennal de deux mille francs qui serait décerné à l'auteur du perfectionnement que l'Académie des sciences aurait jugé le meilleur dans le traitement des maladies des voies urinaires.

L'Académie, par une décision du 26 février 1877, a déclaré renoncer à cette fondation.

PRIX DE PHYSIOLOGIE FONDÉ PAR M. POURAT.

M. M.-A. Pourat, par son testament en date du 20 juin 1876, a légué à l'Académie la nue propriété d'un titre de *deux mille francs,* 5 pour 100 sur l'État français, dont les arrérages doivent être affectés, après extinction de l'usufruit, à la fondation d'un prix annuel à décerner sur une question de physiologie.

Un décret du 29 octobre 1877 a autorisé l'acceptation de ce legs.

L'Académie n'est pas encore entrée en possession du legs Pourat.

PRIX DA GAMA MACHADO.

Par un testament du 12 mai 1852, M. le commandeur J.-J. da Gama Machado léguait une somme de vingt mille francs qui devait servir à faire une seconde édition de sa théorie des ressemblances et à fonder un prix pour récompenser les meilleurs mémoires écrits sur la coloration de la robe des animaux, inclusivement l'homme, et sur la semence dans le règne animal.

Les légataires de M. da Gama Machado ayant accepté de se charger de la réimpression de son œuvre, le legs fut réduit d'un commun accord à la somme de dix mille francs pour l'Académie.

Un décret en date du 19 juillet 1878 a autorisé cette fondation.

L'Académie a proposé de décerner le prix da Gama Machado à partir de l'année 1882 « aux meilleurs mémoires sur les parties colorées du système tégumentaire des animaux ou sur la matière fécondante des êtres animés ».

Le prix, d'une valeur de *douze cents francs,* sera décerné tous les trois ans, s'il y a lieu.

PRIX BOUDET.

Par un acte notarié en date du 5 juillet 1878, Mme veuve Boudet et ses fils ont fait donation à l'Académie des sciences d'une somme de *six mille francs,* dont l'emploi, conformément aux intentions exprimées par feu M. Félix Boudet, membre de l'Académie de médecine, aura lieu de la manière suivante :

« Les travaux de M. Pasteur, dit M. Boudet, ont ouvert à la médecine des voies nouvelles. Un prix de *six mille francs* sera décerné en 1880, par l'Académie des sciences, à celui qui aura fait de ces travaux l'application la plus utile à l'art de guérir. »

Un décret en date du 7 janvier 1879 a autorisé l'Académie à accepter cette donation; en conséquence, elle décernera le prix Boudet, en 1880, s'il y a lieu, à l'auteur dont les travaux *sur l'influence pathogénique des organismes inférieurs* auront paru dignes de cette distinction.

PRIX FONDÉ PAR M. MAUJEAN.

Par un testament olographe du 13 février 1873, M. P.-C. Maujean constituait l'Institut de France nu propriétaire d'une rente de *mille francs* dont il désirait voir faire emploi de la manière suivante :

« Je donne et lègue à l'Institut de France ..... une rente perpétuelle et inaliénable de mille francs qui devra être affectée à la fondation des prix suivants : 1° un prix biennal de deux mille francs au profit de l'auteur français de l'ouvrage nouveau publié en France ..... le prix sera décerné par l'Académie française; 2° un prix biennal de *deux mille francs* au profit de l'auteur français de l'ouvrage, de la découverte ou de l'invention scientifique qui aura également été jugé le plus utile au bien public par sa publication ou application en France, en contribuant à l'amélioration de l'hygiène populaire, à la préservation de la santé ou de l'existence des ouvriers dans les professions dangereuses, à la guérison des maladies épidémiques ou contagieuses, ou des affections considérées comme incurables, soit même au soulagement de ces dernières, enfin à l'avancement de la science en général; ce prix sera décerné par l'Académie des sciences.

« Les prix de chacune de ces deux fondations alterneront de manière que l'un des deux soit décerné tous les deux ans. »

Un décret du 9 janvier 1879 a autorisé l'acceptation de cette fondation.

L'Académie n'est pas encore entrée en possession du legs Maujean.

PRIX FONDÉ PAR Mme JEAN REYNAUD.

Mme veuve Jean Reynaud, « voulant honorer la mémoire de son mari et perpétuer son zèle pour tout ce qui touche aux gloires de la France », a, par acte en date du 23 décembre 1878, fait donation à l'Institut de France d'une rente sur l'État français, de la somme de dix mille francs, destinée à fonder un prix annuel qui sera successivement décerné par les cinq Académies « au travail le plus méritant, relevant de chaque classe de l'Institut, qui se sera produit pendant une période de cinq ans ».

« Le prix J. Reynaud, dit la fondatrice, ira toujours à une œuvre originale, élevée et ayant un caractère d'invention et de nouveauté.

« Les membres de l'Institut ne seront pas écartés du concours.

« Le prix sera toujours décerné intégralement; dans le cas où aucun ouvrage ne semblerait digne de le mériter entièrement, sa valeur sera délivrée à quelque grande infortune scientifique, littéraire ou artistique. »

Un décret en date du 25 mars 1879 ayant autorisé l'Institut à accepter cette généreuse donation, l'Académie des sciences a proposé de décerner le prix Jean Reynaud pour la première fois, en ce qui la concerne, dans sa séance publique de l'année 1881.

PRIX JÉRÔME PONTI.

M. le chevalier André Ponti, désirant perpétuer le souvenir de son frère Jérôme Ponti, a fait donation, par acte notarié du 11 janvier 1879 d'une somme de *soixante mille lires* italiennes, dont les intérêts devront être employés par l'Académie « selon qu'elle le jugera le plus à propos pour encourager les sciences et aider à leur progrès ».

Un décret en date du 15 avril 1879 ayant autorisé l'Académie des sciences à accepter cette donation, elle a décidé qu'elle décernerait le prix Jérôme Ponti, tous les deux ans, à partir de l'année 1882.

Ce prix de la valeur de *trois mille cinq cents francs* devra être accordé « à l'auteur d'un travail scientifique dont la continuation ou le développement seront jugés importants pour la science ».

Ainsi qu'on le voit, l'Académie des sciences est riche. Elle possède actuellement cent seize mille soixante-deux francs de rentes. C'est une grande fortune, sans doute, mais cette fortune n'est qu'un dépôt dont elle a la garde, dont elle est seule à ne pas pouvoir disposer et dont la gestion, très onéreuse par les publications de tout genre qu'elle entraîne, absorbe au contraire le plus clair de ses ressources.

Si on songe aux académies étrangères, celles d'Angleterre et d'Amérique, par exemple, si généreusement dotées par l'initiative privée et mises ainsi en position de donner au monde savant tant d'importants ouvrages dont l'admirable exécution ne laisse rien à désirer, on se prend à regretter que, parmi les fondateurs des prix que l'Académie est appelée à décerner, il ne s'en soit pas encore trouvé qui aient pensé à lui fournir les moyens de faire face, par des dotations spéciales, aux dépenses occasionnées, soit par les publications qu'elle poursuit, soit par ses propres travaux.

Le budget alloué à l'Académie par le gouvernement est déjà bien considérable, mais le gouvernement ne peut pas tout faire, et ce budget, si élevé qu'il soit, reste insuffisant et de beaucoup inférieur à celui dont jouissent à l'étranger les sociétés scientifiques du même ordre. Il parait y avoir là une situation qui mériterait d'être examinée d'une manière approfondie et qui serait bien digne d'attirer les regards de quelques généreux esprits, amis des sciences et de ceux qui s'appliquent à l'étude des grands problèmes qu'elle soulève.

ERNEST MAINDRON.

PHYSIQUE

Sur la force électromotrice de l'arc voltaïque.

Si l'on désigne par $R + r$ la résistance totale d'un circuit galvanique fermé dans lequel il n'existe pas d'arc voltaïque et que i représente l'intensité du courant, la quantité de chaleur produite par ce dernier est, comme on le sait, proportionnelle à $(R + r)\, i^2$. Si *l'arc voltaïque n'agit que comme une simple résistance,* le développement de chaleur produit par le courant devra être aussi grand qu'auparavant, si r est remplacé par un arc voltaïque d'égale résistance. Or, dans l'arc voltaïque, les surfaces polaires sont déchirées par le courant, et les particules arrachées sont transportées d'un pôle à l'autre. C'est, comme on le sait, le pôle positif qui se trouve ainsi le plus exposé à l'action du courant. Ainsi, le courant effectue un certain travail mécanique dans l'arc voltaïque, tout en produisant, en outre, de la chaleur dans la totalité du circuit. Dans les deux cas, les intensités de courant, les résistances et les actions chimiques dans la pile seraient d'égale grandeur; mais dans l'un d'eux, le courant, si notre hypothèse est juste, produirait un travail mécanique plus considérable que dans le second, ce qui est en contradiction avec les exigences de la théorie mécanique de la chaleur. La production de la chaleur, dans le cas où un arc voltaïque est interposé dans le circuit, doit nécessairement être diminuée d'une quantité correspondante au travail mécanique effectué dans l'arc, et comme cela ne dépend pas de la résistance dans l'arc, il devra s'y trouver une force électromotrice qui donne naissance à un courant inverse du courant principal. La justesse de cette déduction a été pleinement vérifiée par des expériences (1), dont quelques-unes seront présentées ici sommairement.

S'il existe une force électromotrice dans l'arc voltaïque, cette force devra évidemment rester constante et invariable, aussi longtemps que la force électromotrice de la pile, l'intensité du courant et la résistance du circuit total restent les mêmes. Par conséquent, elle doit être indépendante de la longueur de l'arc, à la condition qu'aux variations de longueur de cet arc, correspondent des variations déterminées de la résistance du circuit, pour que la résistance totale soit toujours la même. Cette force électromotrice agit donc, par rapport à l'intensité du courant, de la même façon qu'une résistance qui y aurait été insérée. De l'autre côté, il est évident que la résistance proprement dite de l'arc, toutes choses égales d'ailleurs, doit augmenter avec la longueur de ce dernier. En mesurant donc la résistance *apparente* de l'arc, on trouvera que cette résistance se compose de deux parties dont l'une est indépendante de la longueur de l'arc, et dont l'autre augmente avec cette longueur. Si l'on nomme a la première partie et b la résistance spécifique de l'unité de longueur, la résistance totale d'un arc de longueur x sera égale à $a + bx$.

J'employais dans les expériences une pile de Bunsen, et l'intensité du courant fut mesurée par une boussole des tangentes. Le rhéostat consistait en une caisse en bois enduite d'asphalte à l'intérieur et remplie d'une solution de sulfate de cuivre. Dans la caisse se trouvaient deux plaques de cuivre de même longueur et de même profondeur. L'une de ces plaques était mobile et pouvait être placée à des distances différentes de l'autre. La longueur de l'arc voltaïque se détermi-

(1) *Annales de Poggend.*, t. CXXXI, CXXXIII et CXXXIV.

nait par une projection amplifiée qui en était faite sur un écran.

Expérience I. — Pile de 76 éléments de Bunsen ; intensité du courant = Tang. 51° 5' ; pointes polaires de charbon durci.

Résistance obtenue pour un arc de	5	unités	de longueur :	7,8
—	4	—	—	7,6
—	3	—	—	7,3
—	2	—	—	7,1
—	1	—	—	6,9

On en tire $a = 6{,}7$ et $b = 0{,}2$. La résistance mesurée est par suite $6{,}7 + 0{,}2\,x$, c'est-à-dire qu'elle a la forme qu'elle aurait d'après la déduction théorique. La force électromotrice qui se produit dans l'arc voltaïque réduit par conséquent l'intensité du courant de la même quantité que le ferait une résistance supplémentaire de 6,7 unités de longueur. Connaissant la résistance totale du circuit, il est possible d'exprimer la grandeur de cette résistance d'après la force électromotrice de la pile même. En désignant cette force par E et par D la force électromotrice de l'arc, on aura D = 0,33 E, soit environ 25 éléments.

Expérience II. — La pile se composait de 76 éléments, mais l'intensité du courant avait été réduite, par l'interposition d'une résistance, à Tang. 45° 30'; a devient maintenant = 8,6, $b = 0{,}6$ et D = 0,34 E.

Expérience III. — La même pile que dans I et II. Intensité du courant réduite par une plus grande résistance, = Tang. 33° 41'. Résultats obtenus : $a = 12{,}86$; $b = 1{,}9$, et par le calcul, D = 0,33 E.

On peut déduire de ces expériences que la force électromotrice (D) de l'arc voltaïque est indépendante de l'intensité du courant, et que la résistance propre de l'arc est proportionnelle à la longueur de ce dernier, et qu'elle augmente à mesure que l'intensité du courant diminue.

Les expériences qui suivent montrent comment se comporte D par rapport à la force électromotrice de la pile. J'y fis servir d'autres pointes de charbon différentes de celles employées dans les premières expériences, et le rhéostat avait également subi une modification, de sorte que les expériences ci-dessous ne sont pas comparables avec les précédentes.

Expérience IV. — La pile se composait de 79 éléments. En prenant pour unité la force électromotrice, qui donne 45° sur la boussole des tangentes quand la résistance est égale à 1, la force électromotrice de la pile était égale à 25,22. Quant à l'intensité du courant, elle était = Tang. 48° 5. On obtint $a = 6{,}0$ et $b = 0{,}6$; d'où par le calcul, D = 0,27 E = 6,7.

Expérience V. — La pile diminuée de 24 éléments et par conséquent réduite à 55 éléments. Intensité du courant = Tang. 43° 30'. Résultats $a = 7{,}2$; $b = 1{,}2$ et C = 0,39 E = 6,88.

Ces deux expériences montrent que D est encore indépendant de la force électromotrice de la pile. Cette indépendance de D, de l'intensité du courant et de la force électromotrice de la pile n'a lieu toutefois que lorsque l'intensité du courant est considérable. D'autres expériences ont démontré que D diminue légèrement lorsque cette intensité est si faible qu'elle suffit tout juste à produire un arc voltaïque.

Il a aussi été fait des expériences dans lesquelles on a remplacé les charbons par d'autres substances telles que du cuivre, de l'argent et du fer. Il fut impossible d'obtenir des mesures exactes avec le fer, parce que les pôles se couvraient promptement d'une pellicule d'oxyde impénétrable au courant. Je donne ici le résultat de l'une des expériences faites avec du cuivre.

Expérience VI. — Pile de 76 éléments. Intensité du courant = Tang. 53°. Résultats obtenus : $a = 3{,}4$, $b = 0{,}1$ et D = 0,216 E = 4,45. La résistance (b) de l'arc voltaïque était donc plus faible que lorsqu'on employait des charbons. La force électromotrice de l'arc était également plus petite, mais elle se montrait indépendante tant de l'intensité du courant que de la force électromotrice de la pile, surtout si l'intensité du courant était considérable.

Les doutes qui pourraient exister sur le fait que les valeurs trouvées pour a désignent réellement des forces électromotrices sont totalement écartés par les observations suivantes:

Si l'on produit, au moyen d'une puissante batterie galvanique, un arc entre des charbons, et que l'on ouvre ensuite le circuit pour le rétablir peu de temps après dans son état primitif, on verra que l'arc ne s'éteint point. Si maintenant on fait la même expérience quand l'arc est formé entre des pôles en argent, l'arc s'éteint au moment même de l'interruption, sans pouvoir réapparaître de lui-même après le rétablissement du circuit. La façon dont l'arc voltaïque se comporte entre des charbons prouve évidemment que sa conductibilité dure encore quelque temps après la cessation du courant, d'où résulte pour le courant la possibilité de remettre l'arc en activité. Or la conductibilité de l'arc dépend en majeure partie des particules de charbon enlevées que le courant conduit d'un pôle à l'autre. Il faut admettre par suite que, dans le premier laps de temps (0,01 seconde) après l'interruption du circuit, des particules de charbon continueront à être enlevées et transportées d'un pôle à l'autre. Si maintenant ce transport des particules en question donne naissance à une force électromotrice inverse de celle du courant principal, il sera possible d'observer ce courant inverse, indépendamment du courant principal.

Pour y parvenir, j'introduisis dans le circuit un commutateur capable, après l'interruption de la pile, de fermer directement le circuit de l'arc sur un galvanomètre en moins de 0,01 seconde. Si alors l'arc éteint conservait encore sa conductibilité et sa force électromotrice, l'aiguille aimantée devait donner une déviation, bien que le courant de la pile fût interrompu. Les expériences donnèrent, en effet, toujours une déviation considérable, trahissant une force électromotrice qui agissait en sens inverse du courant principal. La grandeur de la force électromotrice ne peut cependant pas être mesurée par cette déviation, puisque celle-ci dépend non seulement de la force en question, mais encore de la résis-

tance et du temps durant lequel la conductibilité continue entre les charbons. Afin d'obtenir une mesure de cette force électromotrice, le commutateur fut modifié de telle sorte que le courant de la pile, et celui de la force électromotrice entre les charbons, traversassent simultanément le galvanomètre au premier instant qui suivait l'extinction de l'arc. On put calculer ainsi que la force électromotrice restant entre les charbons 0,01 seconde après l'extinction de l'arc était celle de 12 à 15 éléments de Bunsen. Des expériences spéciales ont prouvé que cette force électromotrice n'est pas due à ce que les pointes polaires ont une température différente, et que la raison d'être n'en doit pas être cherchée dans la charge électroscopique qui peut se trouver dans les électrodes.

On peut encore donner une preuve décisive de l'existence de cette force. Si l'on fait passer une étincelle électrique d'une boule de métal à une autre, il se détache des boules, des particules métalliques qui sont transportées d'une boule à l'autre. Il doit donc nécessairement exister de même ici une force électromotrice, et il est très facile de l'établir expérimentalement (1).

Il serait trop long d'exposer ici un plus grand nombre d'expériences. Celles qui viennent d'être décrites suffiraient à fournir la preuve des thèses suivantes : 1° il existe dans l'arc voltaïque, ainsi que dans l'étincelle électrique, une force électromotrice envoyant un courant en sens inverse de celui auquel est due la production de ces phénomènes ; 2° la grandeur de la force électromotrice dans l'arc voltaïque est indépendante de la force électromotrice de la pile et de l'intensité du courant, aussi longtemps que cette dernière est suffisamment forte ; si, par contre, l'intensité du courant est si faible qu'elle permet tout juste la formation d'un arc voltaïque, la force électromotrice en question devient plus petite ; 3° la résistance proprement dite de l'arc voltaïque est proportionnelle à la longueur de ce dernier et augmente quand l'intensité du courant diminue.

La force électromotrice en question réduit naturellement le nombre des arcs voltaïques, qui, dans le cas où cette force n'existerait pas, pourraient se former *l'un à la suite de l'autre* dans le même circuit. Nous avons vu plus haut que la force électromotrice d'un arc voltaïque jaillissant entre des charbons peut atteindre jusqu'à 25 éléments de Bunsen. Dans un circuit de 100 éléments de Bunsen, par exemple, il ne peut conséquemment pas même se former quatre arcs voltaïques placés l'un après l'autre. Trois arcs diminuent déjà, dans ce cas, à 25 éléments la force électromotrice à laquelle est dû le courant. On observera, en outre, que l'affaiblissement du courant amène une augmentation considérable dans la résistance de l'arc. Si B est la résistance dans la pile et dans la partie invariable du circuit, E la force électromotrice de la pile, D la force électromotrice de l'arc voltaïque, n le nombre des arcs que l'on supposera égaux pour simplifier la question, x leur longueur et b la résistance spécifique de l'unité de longueur, la formule de l'intensité I du courant sera

$$I = \frac{E - nD}{B + nbx}.$$

Il sera plus avantageux dans toutes les circonstances de diviser les électrodes partant de l'électromoteur en plusieurs conduites parallèles, et d'intercaler un arc voltaïque dans chacune de ces conduites. La force électromotrice produite par les arcs sera alors indépendante de leur nombre. Si B désigne la résistance dans l'électromoteur et dans les électrodes simples, et que l'on néglige la résistance dans les conduites parallèles par rapport aux résistances des arcs voltaïques qui y sont intercalés, la formule de l'intensité du courant I_1, qui forme chaque arc voltaïque, sera

$$I_1 = \frac{E - D}{nB + bx}.$$

Mais comme b augmente à mesure que J diminue ou que n augmente, on atteint bientôt aussi dans ce cas la limite que le nombre des arcs voltaïques ne peut dépasser.

Les recherches dont les résultats viennent d'être rapidement exposés ont été faites avec un courant à direction invariable. Il serait intéressant aussi d'examiner si la force électromotrice de l'arc voltaïque est aussi grande dans le cas des courants alternatifs. Il ne semble pas improbable *a priori* que la même force ne possède alors une valeur inférieure.

E. Edlund,
Professeur à l'Académie des sciences de Stockholm.

(1) *Annales de Poggend.*, t. CXXXIV, CXXXIV et CXXXIX.

VARIÉTÉS

L'Amou-Daria et la possibilité de le détourner dans la mer Caspienne.

Les expéditions récentes que les Russes ont entreprises dernièrement dans l'Asie centrale ont ramené leur attention vers ces régions qui pourront peut-être leur ouvrir un jour le chemin des Indes.

C'est à la suite des insuccès que les Russes ont éprouvés lorsqu'ils ont essayé de marcher en avant dans la direction de Merv, qu'ils ont songé à reprendre un projet qui deviendrait, s'il était réalisé, un événement de la plus haute importance au point de vue géographique et militaire. Ils veulent détourner l'Amou-Daria, qui se jette actuellement dans la mer d'Aral, ou plutôt le replacer dans son ancien lit pour le ramener dans la mer Caspienne, où il avait autrefois son embouchure. Ce fleuve, ainsi détourné, leur fournirait un moyen de communication sûr et rapide avec le district de Khiva, leur permettant de franchir ainsi sans difficulté ce désert sablonneux de plus de 1600 verstes de longueur (1), où

(1) La verste russe vaut 1067 mètres.

ils ont actuellement tant de peines à transporter les provisions nécessaires à la subsistance de leurs armées. Ils ont subi, jusqu'à présent, par les marches, les fatigues et les maladies, beaucoup plus de pertes que dans les combats proprement dits; contre les Turcomans nomades et dans leur dernière expédition contre les Tekkes, sur le versant septentrional des monts Kiurian-Dagh et Gûlistan, ils se sont trouvés obligés, par le manque de vivres, de battre en retraite, malgré les succès déjà obtenus, à mi-chemin de Merv, après avoir atteint Askabad et Tamaschik.

On conçoit donc tout l'intérêt qui s'attache en Russie et même en Europe à la recherche des anciens lits de l'Amou-Daria, en vue d'étudier s'il est possible de ramener ce fleuve dans la mer Caspienne. Le gouvernement russe avait chargé de l'exploration du pays une commission d'officiers et de savants russes; et nous croyons qu'on ne lira pas sans intérêt quelques extraits, que nous présentons ici, du rapport publié récemment à ce sujet par M. N.-G. Petrusewitch (1).

L'auteur rappelle d'abord les récits des historiens, d'où il ressort bien que dans l'antiquité, l'Amou-Daria, si célèbre alors sous le nom d'Oxus, avait son embouchure dans la mer Caspienne. Hérodote l'affirme nettement; toutefois, il y a lieu de croire que déjà, au Ier siècle de notre ère, ce fleuve s'était créé une issue vers la mer d'Aral, tout en continuant de s'écouler en partie dans la mer Caspienne. Les choses se trouvaient encore dans le même état au IVe siècle; mais plus tard, le lit qui se dirigeait vers la mer Caspienne a dû se dessécher peu à peu, et à partir du Xe siècle, les auteurs arabes ne citent plus que l'embouchure dans la mer d'Aral. D'ailleurs, il semble que le sol s'est affaissé à cette époque assez fortement vers le nord, ce qui aurait déterminé en partie le changement de lit de l'Amou-Daria. Toutefois, le niveau de la mer d'Aral reste encore notablement plus élevé (90 mètres environ) que celui de la mer Caspienne, puisqu'il est situé à 60 mètres au-dessus du niveau de la mer, tandis que la mer Caspienne est à 30 mètres au-dessous. La distance est de 1600 verstes seulement, il reste donc une pente plus que suffisante pour que le fleuve puisse s'écouler dans la mer Caspienne.

Le pays va d'ailleurs en s'élevant continuellement, si on remonte le cours du fleuve jusqu'à la source située sur le plateau de Pamir, que les anciens appelaient le toit du monde et qui atteint une hauteur de 1300 mètres environ. Le cours supérieur de l'Amou-Daria, étudié déjà en partie, en 1818, par Mourawieff, le premier ambassadeur à Khiva, fut exploré complètement pour la première fois seulement en 1878; on reconnut que ce fleuve traversait une série de déserts jusqu'à Pituiaka, dans le khanat de Khiva où il commence à devenir navigable. En 1878, l'Amou-Daria, considérablement grossi par les pluies, était navigable 800 verstes en amont jusqu'aux frontières de l'Afghanistan. Dans la partie inférieure de son cours, ce fleuve présente un débit très considérable qui, d'après la commission russe, atteint à peu près celui du Volga à Samara, soit 7500 mètres cubes par seconde. La largeur moyenne de l'Amou-Daria varie de 1 à 5 kilomètres, et la vitesse de l'eau de 1 à 2 mètres par seconde (1).

Le fleuve charrie un poids élevé de limon, dans une proportion atteignant 2 à 15 millièmes, soit trois ou quatre fois le poids charrié par la Néva. Le delta formé par les trois embouchures de l'Amou-Daria dans la mer d'Aral, qui reçoit tous les atterrissements ainsi apportés par le fleuve, présente une fertilité considérable.

Quant aux anciens lits qui ont été reconnus par la commission russe, ils sont, d'après M. Petrusewitch, au nombre de quatre, dont trois ont pu être retrouvés seulement en certains points et sur une faible partie de leur parcours. Ce sont : l'*Ungos*, qui passe au sud de Tchardi ; l'*Arta Kooyou*, qui se détache de l'Amou-Daria auprès de Hasarasp, un peu en aval de Pituiak et passe auprès de Khiva, et enfin le *Deudan*, qui commence à Hanki.

Le quatrième, au contraire, et le plus important de tous, a pu être étudié et reconnu sur presque toute sa longueur; il se détachait du cours actuel de l'Amou-Daria, non loin de Kunia-Urgendsch, puis il traversait le lac Sary-Kamisch, descendait de là à Tiurpan et arrivait à Bala Ischem; le canal devient alors parfaitement visible et présente une largeur moyenne de 70 mètres et une profondeur de 2 à 3 mètres. A partir de là, le canal se dirige vers la mer Caspienne, en traversant le puits d'Igdy et passant à Topiatan, Burudschi et Aidin, pour aboutir dans la baie de Balkan.

Au sud de ce lit, on a rencontré, dans la partie voisine du fleuve, les traces d'un lit qui suivait une voie parallèle et se confondait ensuite avec celui-ci au puits d'Igdy.

La pente reste assez régulière sur tout le cours du canal, on rencontre seulement une chute importante en approchant du lac Sary-Kamisch, dont le niveau se trouverait considérablement relevé si le projet de détourner l'Amou-Daria était mis à exécution. Le pays voisin serait également inondé jusqu'au lac Schorgol, sur une superficie de 10 000 verstes carrées environ. D'ailleurs, l'Amou-Daria présente un volume d'eau suffisant pour permettre d'entreprendre ce travail sans mettre à sec l'oasis de Khiva.

Il suffirait de pratiquer une tranchée d'une longueur de 400 verstes environ, partant de l'extrémité du bras du milieu, par exemple, le plus large de tous, pour atteindre le lac Sary-Kamisch. Ce bras entraîne environ 51 pour 100 du volume total de l'Amou-Daria, tandis que les deux bras extrêmes renferment seulement 7 pour 100, et un poids de 35 pour 100 se trouve perdu par évaporation.

L'eau du lac Sary-Kamisch est extraordinairement chargée de sel, la teneur atteint en effet 8,5 pour 100, tandis que l'eau de l'Océan ne renferme pas, comme on le sait, plus de 3,5 pour 100 de sel.

Quand cette tranchée de 400 verstes environ sera terminée,

(1) *L'Amou-Daria*, par N.-G. Petrusewitch, zapiski imperators Kava Tcknnitcheskavo obstchestra, 1879.

(1) On se fera une idée de l'énorme volume d'eau de l'Amou-Daria, en songeant que la Seine débite seulement 694 mètres cubes par seconde, et le Rhône, le plus considérable de nos fleuves, 1718 mètres cubes.

si le gouvernement russe se décide à l'entreprendre, l'Amou-Daria ira retrouver son ancien lit à partir de Bala-Ischem et du puits d'Idgy, pour retourner dans la Caspienne ; et les Russes auront ainsi conquis un auxiliaire précieux dans leur marche en avant vers l'Asie centrale.

L. Baclé.

BULLETIN DES SOCIÉTÉS SAVANTES

Académie des sciences de Paris

SÉANCE DU 12 JUILLET 1880.

MM. *Tisserand* et *Bigourdan*. Observations de la comète 6 1880 (Schaeberle) faites à l'Observatoire de Paris (équatorial de la tour de l'Ouest).

— M. *Faye* pense que si l'on veut opérer avec le pendule pour mesurer la pesanteur à la surface terrestre, il faudra toujours satisfaire aux deux conditions suivantes : éviter les corrections relatives à l'influence de l'air et celles qui sont relatives aux oscillations du rapport.

— M. *Berthelot*, à propos des dernières recherches relatives à la tension gazeuse de l'iode, fait remarquer que la loi des chaleurs spécifiques n'est pas applicable au groupe des éléments halogènes (brome, chlore, iode). Il en est de même des lois de Mariotte et de Gay-Lussac. Une seule loi demeure donc applicable aux éléments avec un caractère absolu et universel, c'est l'invariabilité des rapports de poids suivant lesquels les éléments se combinent entre eux, c'est-à-dire la notion même des équivalents.

— M. *Berthelot* a étudié la chaleur de formation de l'acide cyanhydrique et des cyanures.

Les premières expériences indirectes avaient donné les chiffres suivants :



$$C^2 + Az + H = C^2 Az H$$

absorbe — 10,1 — 14,15 = — 24,25 liquide et — 30,0 gazeux.

D'autres expériences faites en brûlant par détonation le gaz cyanhydrique mêlé d'oxygène dans la bombe calorimétrique ont donné — 30,2.

Par la méthode calorimétrique de transformation de l'acide cyanhydrique en acide formique et ammoniaque, on a — 28,25; la moyenne des nombres obtenus par les trois méthodes est donc — 29,5.

M. Berthelot joint à ces données un tableau de la chaleur de formation des composés cyaniques.

— MM. *Sainte-Claire Deville* et *Troost* donnent le détail des opérations qui leur ont servi, il y a huit ans, pour déterminer les densités de vapeur du sélénium et du tellure.

— M. *Albert Lévy* a dosé l'ammoniaque contenue dans l'air et les eaux météoriques (eaux de pluie et de neige). La moyenne annuelle est de 1^{mgr},17 environ d'azote ammoniacal par litre. La quantité décroît d'un mois à l'autre, le minimum étant dans la saison chaude. Les eaux potables ne contiennent que 0^{mgr},22 d'ammoniaque par litre. L'eau d'égout en contient 20 milligrammes par litre. Dans 100 mètres carrés d'air, on trouve un maximum de 2^{mgr},4 en septembre, avec un minimum de 1^{mgr},7 en décembre.

— M. *Maxime Cornu* a étudié les champignons parasites nommés Urédinées (rouille en terme populaire). Ces cryptogames possèdent des formes reproductrices distinctes qui se montrent soit sur la même plante, soit sur des plantes entièrement différentes. Il y a donc alternance de génération chez quelques Urédinées.

— M. *Pepin*. Nouveaux théorèmes sur l'équation indéterminée : $Ax^4 + By^4 = Z^2$.

— M. *Escary*. Remarques relatives à l'équation de Lamé.

— M. *Govi*. Méthode pour déterminer la longueur du pendule simple.

— M. *Viry*. Méthode pour établir les formules fondamentales relatives aux changements d'état.

— M. *Crookes* pense qu'outre les trois états connus de la matière, il y a un quatrième état, l'état ultra-gazeux ou radiant : par suite d'une grande raréfaction, le parcours libre des molécules est rendu tellement long que les chocs peuvent être négligés ; elles peuvent obéir à leurs mouvements et lois propres sans entraves. La molécule intangible, invisible, est la seule vraie matière, et ce que nous appelons matière n'est que l'effet produit sur nos sens par le mouvement des molécules. La matière n'est donc qu'un mode de mouvement. A la température du 0° absolu, tout mouvement intermoléculaire disparaîtrait, et la matière, telle que nous la connaissons, cesserait d'exister.

— M. *Laurent* présente quelques modifications aux brûleurs à gaz et un nouvel éolipyle.

— M. *Ader*, au moyen de nouveaux appareils, étudie les effets téléphoniques résultant du choc des corps magnétiques. Il n'y a que les métaux magnétiques dépourvus de force coercitive persistante qui produisent des sons téléphoniques quand ils sont frappés. Le déplacement du noyau magnétique à l'intérieur de la bobine ne suffit pas pour reproduire les sons. Toute action mécanique ayant pour conséquence de troubler l'état d'équilibre moléculaire d'un noyau magnétique a pour effet de développer, au moment où ce noyau reprend brusquement ses conditions d'équilibre, un courant électrique capable d'impressionner le téléphone.

— M. *Ditte*, en traitant l'oxyde vert d'uranium $U^3 O^4$ par l'acide fluorhydrique concentré, a obtenu le fluorhydrate de sesquifluorure d'uranium $U^2 Fl^3$, 4 H Fl. Chauffé dans un creuset, il donne du protoxyde d'uranium et du sesquifluorure. On peut obtenir le fluorure d'uranyle $U^2 O^2 Fl^2$ en faisant agir l'acide fluorhydrique sur le protoxyde d'uranium. Ce corps chauffé donne un oxyfluorure $U^2 O Fl^2$, volatil et soluble dans l'eau.

— M. *Nilson* continue ses études sur les sels de scandium et le poids atomique de ce nouveau métal. Ce poids atomique est égal à 44 ; c'est celui que M. Mendeléeff avait attribué à l'élément *ekabore*. Quant aux sels, ils diffèrent des sels d'ytterbium, en ce que l'azotate de scandium se décompose plus facilement que l'azotate d'ytterbium, et que le sulfate de scandium produit, dans une solution saturée de sulfate de potasse, un sel double entièrement insoluble.

— M. *Bourgoin* a constaté qu'en faisant réagir le brome sur l'acide oxalique on a de l'acide carbonique et de l'acide bromhydrique. En traitant l'acide succinique par le brome on obtient de l'éthane tétrabromé $C^4 H^2 Br^4$. L'acide malonique, intermédiaire à l'acide oxalique et à l'acide succinique, donne du bromoforme et la réaction finale est exprimée par l'équation suivante :



$$C^6 H^4 O^8 + 3 Br^2 = 2 C^2 O^4 + 3 H Br^2 + C^2 H Br^3.$$

— M. *Villiers* étudie l'éthérification de l'acide sulfurique.

Nous reviendrons prochainement sur ce sujet à propos de la thèse présentée à la Faculté des sciences de Paris.

— M. *Vaillant* a obtenu au Muséum la reproduction d'un batracien urodèle, le *Pleurodeles Waltlii*. L'accouplement s'est passé d'une manière singulière. Le mâle se place sous la femelle appliquant ses doigts dans l'aisselle. Pendant que le mâle nage, la femelle reste inerte. La ponte dure pendant deux mois et demi ; les œufs (de deux millimètres) sont entourés d'une sphère albumineuse de 10 millimètres.

— M. *Polétaieu*. Les glandes salivaires des Odonates, niées par les entomologistes, existent chez toutes les espèces des trois familles de ce sous-ordre d'insectes. Elles sont situées dans le prothorax, près du premier ganglion thoracique. Ce sont des glandes en grappe, ayant un canal excréteur terminal pour chaque glande. Ce canal s'abouche avec son congénère pour constituer un conduit unique qui s'ouvre directement dans la bouche.

— M. *Heckel* pense que le soufre n'accélère pas la germination ; il est probable que son influence est due à l'acide sulfurique qui se forme lorsque de la fleur du soufre est mise en contact avec l'eau. L'acide benzoïque et le benzoate de soude arrêtent la germination.

— M. *Charles Richet* a montré que, si on pratique la respiration artificielle, on peut faire absorber à des chiens ou à des lapins une quantité considérable de strychnine sans produire la mort immédiate. Un chien de taille moyenne peut vivre ainsi près de quatre à cinq heures après avoir absorbé $0^{gr},5$ de strychnine. A cette dose, ce n'est plus un poison convulsivant ; il y a une résolution complète, cessation de tout mouvement spontané et de toute respiration. Le cœur, tumultueux et irrégulier pendant la période tétanique, est devenu *régulier*. La mort survient beaucoup plus vite, si, au lieu d'une dose colossale, comme $0^{gr},5$, on n'injecte que $0^{gr},01$. Dans ces conditions, l'animal ne peut guère vivre plus d'une heure et meurt de syncope. Il faut, pour que l'expérience réussisse, que la respiration artificielle soit faite très énergiquement et sans la moindre interruption, car une interruption d'une demi-minute amène immédiatement la mort.

— M. *Leloir* a trouvé des lésions dans les racines antérieures et les racines postérieures rachidiennes dans un cas d'ichtyose congénitale.

BIBLIOGRAPHIE

Sommaire des principaux recueils de mémoires originaux.

ARCHIVES D'ANATOMIE ET DE PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUES DE VIRCHOW, t. LXXIX (3e livr.), t. LXXX (1re et 2e livr.), mars, avril, mai 1880. — *Pautynski* : Élimination du sulfo-indigotate de soude à l'état normal et l'état pathologique. — *Friedberg* : Des signes de la mort par étranglement. — *Wernich* : L'air considéré comme porteur de germes fermentescibles. — *Kunkel* : Des substances colorantes de l'urine dans les maladies. — *Neftel* : Traitement électrique de la cataracte au début. — *Falkson* : Fonctions du voile du palais et du pharynx. — *Hindenlang* : Infiltration pigmentaire des ganglions lymphatiques et des viscères, dans un cas de maladie de Werlhof. — *Frankel* : Anévrisme compliqué de la crosse de l'aorte avec occlusion complète de la carotide gauche. — *Struve* : Recherches médico-légales sur les taches de sang. — *Huber* : Affections syphilitiques des vaisseaux. — *Boegehold* : Ichtyose cornée. — *Salkowski* : Dosage de l'acide sulfurique dans l'urine. — Élimination quotidienne de l'épiderme. — *Fleischer* : Absorption par la peau. — *Gutmann* : Histologie du sang dans la fièvre récurrente. — *Munk* : Rôle des graisses dans la nutrition générale. — *Tollin* : L'étude de la médecine en 1533 et 1340. — — *Grüber* : Notice sur différentes anomalies. — *Arndt* : Remarques sur la structure des œufs de batraciens et de poissons. — *Stadelmann* : Du sésamoïde du tendon d'Achille dans l'inflammation. — *Eberth* : Dégénérescence amyloïde. — *Wedl* : Préparation des cristaux d'hémoglobine. — *Runeberg* : Albuminurie avec des reins sains. — *Rump* : Névrômes multiples. — *Stricker* : La prostitution à Francfort. — *Schultze* : Étude critique et anatomique sur l'*Area Celsi*. — *Vorhoeve* : Des cylindres fibrineux de l'albuminurie. — *Litten* : Des cancers du foie. — Embolies dans les muscles et résorption des fibres musculaires nécrosées. — *Eberth* : Mycosis chez les animaux. — *Arnold* : Lymphatiques des poumons. — *Nothnagel* : Effets de la foudre sur les tissus ; étude expérimentale. — *Violet* : De l'utère des nouveau-nés, et de la coloration de la peau des nouveau-nés.

— JOURNAL DE L'INSTITUT ANTHROPOLOGIQUE ANGLAIS, t. IX, nos 3 et 4. — *Keane* : Relations entre les races et les langues indo-chinoises et océaniennes. — *Yule* : Analogies entre les races indo-chinoises et celles de l'archipel Indien. — *Westropp* : Du fétichisme. — *Mathew* : Dialecte kabien, Australie. — *G. Smith* : Objets paléolithiques de la vallée de Brent. — *Knowles* : Silex taillés dans le nord de l'Irlande. — *Sollas* : Objets taillés en os chez les Esquimaux de la côte est du Groenland. — *Vambéry* : Les Turcomans entre la mer Caspienne et Merv. — *Fison* : Les mariages en Australie. — *Farber* : La vie militaire chez les sauvages et les gens civilisés. — *Dunbar Healh* : Inscriptions de Hamalh, Khita et du Cachemire. — *Ouke* : Les cagots. *Simson* : Les Jivaros et les Indiens du Gualaquiza. — *Kincard* : Les tribus *Bheel* dans l'Inde. — *Howorth* : Ethnologie des Germains ; les Saxons.

— REVUE D'ANTHROPOLOGIE (15 juillet 1880, n° 3). — *Delbos* et *Collignon* : Découverte et description de squelettes humains fossiles dans le lehm de Bollviller (Haut-Rhin). — *Dally* : De la place de l'anthropologie dans les sciences. — *Bérenger-Féraud* : Note sur la secte des Simos, au sud du Sénégal. — *Lagneau* : De quelques dates reculées intéressant l'ethnologie de l'Europe centrale. — *Martinet* : Monuments préhistoriques du Berry.

— ACADÉMIE DES SCIENCES DE VIENNE (sciences naturelles), t. LXXIX, 1879 (janvier à août). — *Fitzinger* : Des diverses espèces du genre cerf (*Cervus*). — *Stöhr* : De la chlorophylle dans l'épiderme des feuilles des Phanérogames. — *Hochstetter* : D'une habitation préhistorique contenant du cuivre, à Salzberg, près Hallstadt. — *Niedzwiedzki* : Roches éruptives de la partie occidentale des Balkans. — *Zépharovich* : Halotrichite et mélantérite d'Idria. — *Heider* : Anatomie du *Cerianthus membraneus*. — *Haime* : Contribution à l'histoire des Actinies. — *Boué* : Fleuves et terrains tertiaires de la Turquie d'Europe. — *Höfer* : De l'époque glaciaire. — *Wiesner* : De la pression des gaz dans les tissus des plantes. — *Hilber* : Nouveaux mollusques du littoral de la Méditerranée. — *Liebe* : Faune fossile de la caverne Vypustek. — *Vrba* : Formes cristallines de l'isodulcite. — *Richter* : Influence de la lumière sur la pénétration des racines dans le sol. — *Janovsky* : De la mobite et d'un nouveau titanate. — *Molisch* : Anatomie comparée et structure des bois d'ébène. — *Rumpf* : Structure cristalline de l'apophyllite. — *Becke* : Propriétés optiques de la chabasite. — *Berwerth* : Néphrites de la Nouvelle-Zélande. — *Steindachner* : Études ichtyologiques. — *Schuster* : Propriétés optiques des feldspaths. — *Leitgeb* : Développement des fougères.

Publications nouvelles.

TRAITÉ PRATIQUE D'ANALYSE CHIMIQUE QUALITATIVE ET QUANTITATIVE à l'usage des laboratoires de chimie, par *V. Pisani*. 1 vol. in-12, chez Germer Baillière. Paris, 1880.

— THE BRAIN AS AN ORGANE OF THE MIND, par *H. Charlton Bastian*. 1 vol. Londres, 1880. — Ce livre de vulgarisation a les qualités et les défauts des ouvrages analogues. C'est un exposé clair et correct de l'anatomie et de la physiologie comparée du cerveau. La psychologie est traitée avec soin, et l'auteur a examiné non seulement l'intelligence de l'homme, mais encore celle des animaux.

— LES PARASITES ET LES MALADIES PARASITAIRES, par *P. Mégnin*. — 1 vol. de texte et 1 atlas, chez Masson. Paris, 1880. — Nos lecteurs connaissent déjà une partie des travaux remarquables de M. Mégnin, sur les Acariens et les Helminthes. (Voyez *Revue scientifique*, 1er mai 1880.)

— DE L'ANÉMIE CONSÉCUTIVE AUX HÉMORRHAGIES TRAUMATIQUES (Th. d'agrégation), par *Kirmisson*. 1 vol. chez Delahaye. Paris, 1880.

— Botanique cryptogamique pharmaco-médicale, par *N.-Léon Marchand*, 1er fasc., 1880. Paris, Doin. — Ce premier fascicule contient une introduction à l'étude des cryptogames.

CHRONIQUE

Congrès médical international pour 1880. — Ce congrès aura lieu à Londres, du 3 au 9 avril 1881. Ceux qui désireraient y participer et y faire quelques communications sont priés d'écrire, avant le 1er avril 1881, à M. William Mac-Cormac, esq. (*13, Harley Street*), London W. Le président du congrès sera sir James Paget. Il y aura quinze sections. 1° Anatomie, président : professeur Flower. — 2° Physiologie, président : professeur Foster. — 3° Anatomie et physiologie pathologiques, président : docteur S. Wilks. — 4° Médecine, président : sir William Gull. — 5° Chirurgie, président : J.-Eric Erichsen. — 6° Obstétrique, président : docteur Mac Clintock. — 7° Maladies des enfants, président : docteur J.-W. West. — 8° Maladies mentales, président : docteur Lockhart Robertson. — 9° Ophtalmologie, président : docteur W. Bowmann. — 10° Maladies de l'oreille, président : W.-B. Dalby. — 11° Maladies de la peau, président : Érasmus Wilson. — 12° Maladies des dents, président : E. Saunders. — 13° Médecine publique, président : J. Simon. — 14° Médecine et chirurgie militaires, président : professeur Longmore. — 15° Matière médicale et pharmacologie : président : professeur Fraser.

— Association médicale italienne. — Le dix-neuvième congrès médical italien aura lieu, cette année, à Gênes, du 13 au 20 septembre 1880. Les étrangers qui voudraient en faire partie sont priés d'écrire au professeur Luigi Ageno, à Gênes.

— Société chimique de Paris. — La Société chimique de Paris, fondée en 1858, reconnue d'utilité publique en 1864, a rendu à la science des services considérables, particulièrement par la publication des mémoires qui lui ont été présentés et par celle non moins nécessaire des extraits des travaux de chimie faits en France et à l'étranger. Néanmoins, elle a été dépassée de beaucoup, comme nombre de membres et comme ressources, par deux sociétés, dont l'une est plus jeune qu'elle, celles de Londres et de Berlin.

Cet état d'infériorité relative l'empêche de faire, pour le progrès de la science et de l'industrie, tout ce que les sociétés rivales réalisent chacune dans son pays. Il est dû en grande partie à ce que la Société est restée jusqu'ici sur un terrain trop étroit. Elle n'a pas su attirer l'attention des industriels et en général des personnes qui s'intéressent à tout ce qui peut servir à la prospérité de la France, sur la part qu'elle pourrait prendre au développement des industries chimiques, lié si intimement au progrès de la science. Il suffira, sans doute, pour leur donner le désir de venir à son aide, qu'elle fasse appel à leur bonne volonté et à leur patriotisme.

Le conseil de la Société a décidé que toute personne versant à la caisse de la Société une ou plusieurs parts de 1000 francs serait nommée *membre donateur* et jouirait à vie de tous les droits des membres titulaires. Elle recevra toutes les publications de la Société. La liste des membres donateurs sera publiée tous les ans, à perpétuité, en tête de la liste générale des membres de la Société.

Le président d'honneur : J.-B. Dumas. — Le président : C. Friedel. — Les anciens présidents : Berthelot, Cloez, Debray, H. Sainte-Claire Deville, A. Gautier, Aimé Girard, Jungfleisch, Pasteur, Schutzenberger, Wurtz.

— Excursion anthropologique a Maintenon. — Dimanche 25 juillet, M. G. de Mortillet, professeur de science préhistorique à l'École d'anthropologie, fera une excursion à Maintenon. Visite du menhir, des dolmens et du camp retranché. Départ de Paris, gare Montparnasse, à midi quarante.

— Faculté des sciences de Paris. — *Doctorat ès sciences physiques*. — Le samedi 24 juillet, à trois heures, M. Sabatier a soutenu une thèse ayant pour sujet : Recherches thermiques sur les sulfures.

Doctorat ès sciences mathématiques. — Le vendredi 23 juillet, à deux heures, M. Brillouin a soutenu une thèse ayant pour sujet : Intégration des équations différentielles auxquelles conduit l'étude des phénomènes d'induction dans les circuits dérivés.

Doctorat ès sciences physiques. — Le mercredi 27 juillet, M. Villiers soutiendra une thèse ayant pour sujet : De l'éthérification.

— Voyage au Sahara. — M. Soleillet, qui vient de repartir pour l'Afrique, a fait dernièrement, à la Société des ingénieurs civils, une communication sur son récent voyage dans le Sahara.

Le voyage qu'il vient d'accomplir, le quatrième qu'il lui a été donné de faire depuis 1872, a été dominé par la préoccupation constante de trouver des produits naturels du sol permettant d'assurer le commerce avec les régions qu'il est question de doter d'un chemin de fer. Il a découvert l'existence de la houille dans le Djebel Aroun, du salpêtre dans la région d'Aïn-Sala; lors de son voyage au Soudan, il a retrouvé l'arbre à beurre, connu depuis Park, et il a remis des échantillons de beurre végétal à M. Thénard. Ce produit fournit une stéarine fondant à très haute température et susceptible de donner la plus belle et la plus blanche lumière; il semble appelé à un grand avenir; déjà les Anglais l'utilisent à la trempe de certains aciers et au graissage des machines à vapeur.

Le dernier voyage de M. Soleillet, interrompu par le pillage qui l'a empêché de parvenir jusqu'à Tombouctou, lui a fourni l'occasion de découvrir une plante, le Fernan, sorte de fucus dont la sève blanche sert aux Maures à remplacer le brai; ce Fernan, incorporé dans le bois avec un fer chaud, donne un excellent calfatage pour les bateaux. M. Soleillet a espéré trouver là un succédané du caoutchouc; il a apporté en France un peu de cette sève, et l'a remise à M. Thénard, qui est parvenu à en extraire très facilement un corps ayant des propriétés analogues à celles du caoutchouc, moins l'élasticité. Peut-être arrivera-t-on, en le débarrassant d'un excès d'huile, à lui donner cette qualité. Ce produit se vulcanise parfaitement et ressemble assez à la gutta-percha. M. Thénard a pu en extraire une huile et une résine susceptible de s'étendre, par la chaleur, en une laque fort belle et très brillante. C'est cette découverte que M. Soleillet tenait à faire connaître à la Société des ingénieurs civils.

Son voyage d'Aïn-Sala à Tombouctou a été interrompu par l'accident dont il a parlé; il a pu cependant reconnaître une grande étendue de pays, située entre des dunes, de direction Nord-Sud, recoupée par d'autres allant de l'Est à l'Ouest; entre ces dunes se trouvent des étangs d'eau douce et d'eau salée qui laissent, après l'évaporation de leurs eaux, des prairies naturelles très riches.

Dix mille habitants seulement occupent ce pays, dont le climat est sain, et dont l'étendue est le quart de la surface de la France.

Plus loin, on trouve le massif montagneux de l'Adrar, habité par une population berbère, agricole et commerçante; les Portugais ont entretenu avec ces contrées un commerce important au xve siècle.

La population comporte deux classes : celle des guerriers, constamment en lutte les uns contre les autres, et la population paisible, soumise à l'influence prépondérante des marabouts. La grande autorité morale des marabouts est due à leur situation de maîtres d'école; l'influence qu'ils conservent sur tous leurs disciples est considérable; ils sont, en outre, les ministres d'une religion très large et libérale.

Le cheik Saad ou s'est très bien conduit envers M. Soleillet, et notamment lors du pillage de sa caravane. Après le bienveillant accueil qu'il a reçu du ministre des travaux publics, M. Soleillet se félicite de tenir de l'État, ainsi que les autres chefs de mission, les moyens de poursuivre ses travaux, et se propose d'entretenir ultérieurement la Société du résultat de la nouvelle expédition qu'il compte entreprendre.

— Les clichés au celluloïde. — Un statuaire français, M. Émile Jeannin, vient de découvrir une intéressante application du celluloïde, application qui paraît appelée à un grand avenir. Frappé de la propriété de cette masse fort dure de devenir malléable à 125°, il eut l'idée d'en faire des clichés pour l'impression typographique. Les clichés de gravures sur bois, sur taille-douce, s'obtiennent jusqu'ici au moyen de la galvanoplastie, par des opérations longues et compliquées. Les clichés en celluloïde sont d'une grande finesse; il ne faut guère plus d'une demi-heure pour les obtenir; ils sont en même temps beaucoup plus résistants que ceux obtenus par la galvanoplastie; tandis que ces derniers ne supportent pas un tirage au delà de 30 000 épreuves, avec un cliché en celluloïde on a pu imprimer 56 000 exemplaires sans que le trait ait été altéré visiblement. Ces clichés sont en outre très légers, maniables, flexibles, ce qui permettra de les appliquer à la surface des cylindres des presses rapides à la rotation.

Le propriétaire-gérant : Germer Baillière.

PARIS. — Impr. J. CLAYE. — A. Quantin et Cie, rue St-Benoît. [1166]

LA

REVUE SCIENTIFIQUE

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

REVUE DES COURS SCIENTIFIQUES (2E SÉRIE)

DIRECTEURS : MM. ANTOINE BREGUET ET CHARLES RICHET

2e SÉRIE — 10e ANNÉE NUMÉRO 5 31 JUILLET 1880

Paris, le 30 juillet 1880.

Les expériences sur la contagion du sang de rate continuent. M. Chauveau vient de communiquer encore quelques faits nouveaux relatifs à cette importante maladie.

Antérieurement il avait été démontré que les moutons algériens, si on leur inocule le sang de rate, ne périssent pas. Quelques-uns sont malades, et perdent leur vivacité et leur appétit. La plupart ne paraissent pas atteints ; mais cette complète immunité n'est qu'une apparence. En effet, même ceux qui ne semblent pas se ressentir de l'inoculation bactéridienne présentent constamment une élévation notable de la température du corps, et une certaine tuméfaction des ganglions lymphatiques qui reçoivent des vaisseaux afférents en provenance de la région inoculée. Ce sont les ganglions parotidiens et préscapulaires qui se tuméfient ainsi quand l'inoculation est faite aux oreilles. Si l'inoculation n'est faite qu'à une oreille, la comparaison avec les ganglions du côté opposé permet d'apprécier beaucoup plus facilement l'état de ceux qui deviennent malades. Quant à la température, elle monte de 39°,5 (état normal) à 41° et même 42°. Elle commence à s'élever vingt-quatre heures environ après l'inoculation, et reste élevée pendant trois et quatre jours.

Mais lorsque l'on pratique une seconde inoculation, on n'observe plus ces phénomènes ; et les animaux ne paraissent nullement impressionnés par le nouveau contact avec les agents infectants du sang de rate. Cette innocuité est surtout frappante sur les sujets que la première inoculation a sensiblement éprouvés. On ne voit pas survenir d'engorgement ganglionnaire appréciable, et c'est à peine si on peut constater une prompte et fugitive élévation de la température rectale.

La répétition des inoculations fait que l'animal devient de plus en plus insensible aux phénomènes morbides. Des moutons algériens qui ont subi sept à huit inoculations peuvent supporter, sans éprouver d'accidents, des injections sous-cutanées ou même intravasculaires de très grandes quantités de virus.

Un autre fait intéressant a été mis en lumière par M. Chauveau. Si on inocule une brebis pleine, pendant les derniers mois de la gestation, l'agneau qui naît est réfractaire à l'inoculation. Il ne présente plus de tuméfaction ganglionnaire, ni d'élévation de la température rectale, quoique dans les conditions ordinaires les jeunes agneaux soient très sensibles à l'inoculation bactéridienne.

Or il a été démontré par M. Davaine que les bactéridies du sang de la mère ne peuvent jamais passer dans le sang du fœtus. Les échanges qui se font dans le placenta ne peuvent se faire que par osmose, et les organismes ou corps figurés ne sauraient traverser les membranes placentaires. De ces deux faits (immunité de l'agneau dont la mère a été inoculée, — non pénétration des bactéridies du sang maternel dans le sang du fœtus), on peut tirer cette conclusion extrêmement importante, c'est que les inoculations préventives n'agissent pas par leurs organismes figurés, mais par les liquides qui y sont mélangés.

Quant à la cause qui rend efficaces ces inoculations préventives, on ne peut faire que deux hypothèses. Est-ce en détruisant une substance nécessaire au développement des bactéridies ? Est-ce en mêlant au sang une substance funeste au développement de ces êtres ? Nous pouvons espérer, en voyant le développement rapide de la science des fermentations, qu'on trouvera bientôt la solution de ce nouveau problème.

En tout cas, la prophylaxie du charbon est désormais nettement indiquée. Peut-être même, par des inoculations préventives, par des croisements avec les moutons algériens, arrivera-t-on à rendre les moutons français tout à fait réfractaires à la terrible maladie.

TRAVAUX PUBLICS

Le régime des chemins de fer en France.

I.

Il y a de longues années que s'agite la question des chemins de fer, mais il semble que jamais les problèmes qu'elle pose n'avaient été si près d'une solution qu'ils le sont aujourd'hui. Jamais aussi cette solution ne s'est imposée avec plus d'urgence et de nécessité. Les mille intérêts complexes, et parfois antagonistes, engagés dans la question, demandent à être débarrassés des obscurités et des difficultés de tout genre que comporte la situation actuelle. On est décidément sorti de la période des études, des enquêtes, des expériences. Il faut aborder maintenant l'application rationnelle des principes et entrer dans une voie droite et bien définie. Cela est possible aujourd'hui et ne l'eût pas été précédemment. Nos assemblées politiques n'ont cessé de s'occuper des chemins de fer avec une sollicitude constante, non seulement quant à leur développement matériel, mais aussi quant au meilleur régime économique qui pourrait leur convenir. On a multiplié les enquêtes, les lois, les projets, avec un peu de confusion peut-être. C'est un honneur pour la Chambre actuelle des députés d'avoir entrepris courageusement la tâche d'utiliser tous les travaux antérieurs et d'aboutir à une solution nette et pratique.

Elle a créé, il y a dix-huit mois, une commission composée de trente-trois membres chargée de dégager ses tendances et de formuler ses volontés en un ou plusieurs projets de loi. Des questions générales, aussi bien que des questions particulières, se rattachant étroitement du reste les unes aux autres, se sont imposées à l'attention de la commission. Celle-ci avait d'abord à étudier le vaste programme des travaux publics élaborés, en 1878, par M. de Freycinet, dans lequel la construction des chemins de fer tient une si large part. Vers la même époque on avait constitué un réseau d'État, régi et exploité par une administration d'État, avec un certain nombre de lignes rachetées à des compagnies concessionnaires tombées en déconfiture; cette constitution s'était faite seulement à titre temporaire, et il importait de régler définitivement son sort, soit pour en modifier la forme, soit pour la conserver et l'affermir. Enfin, il s'agissait de trouver, dans les données actuelles, un système d'exploitation qui permît d'utiliser, d'une façon nette et précise, et au mieux des intérêts généraux, les lignes nouvelles au fur et à mesure qu'elles seraient construites, de même que de faire disparaître l'organisation défectueuse que l'on attribue généralement au mauvais établissement des tarifs de nos compagnies actuelles.

La commission a tout d'abord laissé de côté tout ce qui touche à la construction. Pour notre part, nous le regrettons. L'État a assumé la responsabilité et la charge de l'établissement de près de 15 000 kilomètres de voies ferrées. C'est une œuvre considérable dans laquelle on eût pu utiliser tous les concours et toutes les forces vives du pays. Ce n'est pas sans de vives appréhensions que nous voyons repousser, dans l'exécution, l'initiative individuelle et l'industrie privée, qui ont depuis longtemps groupé des capitaux, un outillage, un personnel puissants. Cette industrie a fait ses preuves au dehors dans la construction de lignes étrangères. Chez nous, nous lui devons la plus grande partie des 30 000 kilomètres de lignes ferrées qui existent en France et en Algérie. Nous sommes convaincus qu'au point de vue de l'économie, aussi bien qu'au point de vue de la rapidité d'exécution, elle eût offert de sérieux avantages sur une administration de l'État. Quoi qu'il en soit, ce côté du problème n'a pas été abordé. La commission a limité sa tâche au règlement de la situation des chemins de l'État, aux questions générales d'une exploitation rationnelle, enfin, à la fixation des tarifs.

Ses conclusions se résument en trois rapports, qui ont été déposés à la Chambre et publiés, et qui permettent par conséquent de juger et d'approfondir le système nouveau auquel on veut soumettre nos chemins de fer.

Le premier de ces rapports, dû à la plume de M. Baïhaut, député de la Haute-Saône, règle la situation du réseau de l'État. Il tend à rendre définitive une organisation qui avait été adoptée, à titre provisoire seulement, en 1878; il repousse une solution moyenne proposée par le ministre des travaux publics, qui avait présenté un projet établissant une départition transactionnelle de toutes les lignes de la région du sud et du centre ouest, entre la compagnie d'Orléans et l'administration de l'État; il conclut à l'extension de l'administration de l'État dans toute la région, et au rachat total du réseau *de la* compagnie d'Orléans. Avec une netteté et une franchise complètes, M. Baïhaut, du reste, n'hésite nullement à déclarer non seulement que le rachat de l'Orléans s'impose aujourd'hui au point de vue de l'intérêt général et pour rendre possibles le maintien et l'existence du réseau de l'État, mais encore que ce rachat n'est que le prélude de celui du réseau français tout entier, et que le rachat total seul permettra d'introduire, dans le régime de nos voies ferrées, les modifications et les réformes que tout le monde déclare possibles, et que le public réclame à grands cris. Par de certains côtés, le rapport Baïhaut prend le caractère d'un véritable réquisitoire contre nos grandes compagnies.

Le second rapport, celui de l'honorable M. Lebaudy, est consacré à l'examen du meilleur régime d'exploitation des chemins de fer. Moins affirmatif que M. Baïhaut, quant à l'utilité et à l'urgence du rachat total, M. Lebaudy conclut cependant à la supériorité d'une administration d'État pour l'exploitation des chemins de fer.

Le troisième rapport, celui de M. Waddington, sur les tarifs, n'est que la confirmation des deux premiers. Il explique la nature des réformes les plus urgentes à introduire dans les tarifs actuels, et il conclut au droit et au devoir de l'État de rester continuellement maître des tarifs des chemins de fer, à la nécessité pour lui d'être, par conséquent, à la fois le propriétaire et le véritable exploitant des voies ferrées, sans concessions ni coopération d'aucune sorte.

Ainsi nous sommes en présence d'un système qui peut se résumer en ces deux faits principaux et étroitement liés : le

rachat du réseau français ou l'expropriation des compagnies actuelles, l'exploitation des chemins de fer par l'État. C'est bien ainsi du reste que l'opinion publique a jugé les choses; elle n'a point vu seulement dans l'œuvre de la commission parlementaire une simple extension d'un réseau d'État, destiné à poursuivre une expérience qui pourrait avoir, à certains points de vue, son utilité et sa portée. Elle a compris d'instinct que l'absorption du réseau de l'Orléans ne serait qu'une première étape, et que toutes les régions du pays réclameraient bientôt le même traitement dont la nécessité s'imposerait. Les hommes d'intelligence pratique ont rapidement dégagé les conclusions inévitables de cette œuvre et de son point de départ. C'est ainsi que déjà, à la session d'avril dernier, un certain nombre de conseils généraux ont adopté des vœux tendant à repousser, non seulement le fait du rachat de l'Orléans, mais encore le principe du rachat de tout le réseau par l'État. C'est ainsi que, hier encore, deux chambres de commerce, celle de Nancy et celle de Bordeaux publiaient, la première sous forme de *délibération*, la seconde sous forme de *lettre au ministre des travaux publics*, deux manifestes qui se prononcent avec énergie pour le maintien du régime actuel et celui des grandes compagnies, contre le rachat et l'exploitation par l'État. On ne saurait contester la compétence de la chambre de commerce de Bordeaux en ce qui touche le réseau de l'Orléans, et la chambre de commerce de Nancy n'avait d'autre raison d'intervenir dans une affaire de ce genre que la portée générale et les tendances du rachat *spécial de l'Orléans* s'appliquant *bientôt* à tout le reste du réseau. Le mouvement ainsi lancé ne paraît pas près de s'arrêter, et nous connaissons déjà un grand nombre de chambres de commerce de toutes les régions de la France, qui ont suivi l'exemple de celles de Bordeaux et de Nancy.

La question des chemins de fer se pose donc bien, comme nous l'avons dit, et elle se résume dans l'opération du rachat. Cette opération est considérable dans son principe aussi bien que dans ses conséquences. Elle doit être examinée à ses trois points de vue principaux : financier, économique, d'intérêt général et privé, que nous allons successivement passer en revue.

II.

Au point de vue du droit strict, le rachat n'a pas lieu d'être discuté. En tant qu'expropriation, il serait conforme aux principes de notre droit public, et il est inscrit, du reste, en termes formels dans les cahiers des charges ou traités des concessions faits avec les compagnies actuelles. Ces traités en ont réglé les conditions avec un soin et une précision qui ne peuvent laisser subsister aucun doute.

Mais s'il en est ainsi du principe même, l'application se dégage avec moins de netteté. A la suite des contrats de concession et des cahiers des charges sont intervenus divers traités subsidiaires et notamment les conventions de 1858-1859. Les compagnies, à ce moment en possession de lignes bien outillées et productives, d'une situation financière largement assise et d'un solide crédit, hésitaient à entreprendre la construction et l'exploitation de lignes nouvelles. L'État, cependant, en reconnaissait la nécessité et jugeait bon, d'ailleurs, d'utiliser pour la construction et l'exploitation les forces et les ressources des compagnies. Les conventions signées alors tinrent compte, dans une large mesure, de ces intérêts divers. Elles réglèrent que l'État avancerait, à titre de garantie aux compagnies, l'intérêt des sommes qu'elles engageaient, à leurs risques et périls, dans les lignes nouvelles qu'on appela « le deuxième réseau », et qu'à leur tour, les compagnies abandonneraient une partie du bénéfice réalisé par elles sur le réseau productif et en déverseraient l'excédent à la décharge de la garantie assurée par l'État. De plus, les avances mêmes faites par l'État au titre de la garantie devaient être remboursées par les compagnies, avec intérêt à 4 pour 100 l'an, au fur et à mesure que les lignes onéreuses deviendraient productives par le développement normal et régulier du trafic. Ce contrat ingénieux représente le système qu'on a appelé « du déversoir et de la garantie » et il s'écarte sensiblement, comme on peut le voir, de l'idée que l'on se fait généralement de la *garantie* de l'État, comblant à fonds perdus les vides d'une exploitation commerciale. L'État ne comble qu'une partie des vides, la compagnie comble le reste, et son exploitation totale reste grevée des avances faites par l'État.

On a prétendu, il est vrai, et non sans quelques apparences de raison, que cette obligation du remboursement par les compagnies est purement théorique, et que la marche de leur exploitation ne leur permettrait jamais de se libérer avant la fin des contrats de garantie qui ont une durée totale de cinquante ans, et auxquels il en reste environ trente-cinq encore à courir. C'est ce qu'assurait M. Wilson, le sous-secrétaire actuel du ministère des finances, dans un rapport préparatoire qui a servi de base à celui de M. Baïhaut, et qui avait été rédigé, comme le sien, au nom de la même commission parlementaire dont M. Wilson faisait partie.

Mais les faits économiques se transforment subitement d'une façon parfois bien inattendue. Depuis six mois, le trafic des chemins de fer s'est accru dans une telle proportion que deux des quatre compagnies, qui, sur les six, usent de l'application des contrats de garantie, l'Orléans et le Midi surtout, auront très probablement, cette année, des ressources suffisantes pour ne point recourir aux avances de l'État, et seront même peut-être en mesure de lui rembourser, dès l'année prochaine, une partie des avances antérieures. Nous n'insisterons pas sur ce résultat, très important cependant en lui-même, ni sur les conséquences qu'on pourrait être appelé à en tirer; mais il est de nature à démontrer que les conventions de 1859 ne sont, ni en fait ni en droit, onéreuses à l'État, et qu'on ne saurait avoir motif de poursuivre le rachat de nos lignes ferrées pour dégager le Trésor des engagements qu'elles lui ont fait contracter.

On peut se demander seulement si ces conventions, par leur nature même, n'ont pas modifié l'essence du contrat primitif des concessions et les conditions premières du droit de rachat. Beaucoup d'excellents esprits estiment que les compagnies ne sauraient être tenues, avant le terme prévu, au remboursement des avances faites par le Trésor.

Le point est cependant de la dernière importance : car, aux termes du cahier des charges, la compagnie doit, au moment du rachat, abandonner à l'État son matériel d'exploitation et ses approvisionnements en représentation des avances qu'elle n'a point encore remboursées au titre de la garantie. Il est évident que, si elle n'est pas tenue à un remboursement immédiat, le Trésor sera obligé de payer à beaux deniers comptants, au moment de la livraison des lignes, ce matériel d'exploitation, dont le prix pour nos six compagnies est évalué à plus d'un milliard de francs.

Il en résulte qu'en passant entre les mains de l'État, l'ensemble de notre réseau serait grevé d'une somme en capital supérieure de plus d'un milliard à celle qu'il représente aujourd'hui. Il y a mieux encore. De l'avis de tous, la dépossession des compagnies de leurs exploitations ne dispenserait nullement l'État de l'obligation de leur payer annuellement, jusqu'à la fin des concessions, le montant des sommes qu'il leur verse aujourd'hui au titre de la garantie. Le rachat se calcule, en effet, sur la base du *produit net* de l'exploitation, et il est bien certain que les avances en garantie de l'État font partie de ce produit net, puisque certaines compagnies n'arrivent pas à constituer une somme de bénéfices équivalente à cette garantie, l'Ouest par exemple, qui distribue à ses actionnaires des dividendes formant un total moindre que le montant de la garantie.

En résumé, le rachat coûterait aujourd'hui à l'État une annuité formée des 450 millions de recettes nettes et des 35 ou 40 millions de l'avance de garantie, plus un capital de 1 milliard à 1200 millions en représentation du matériel roulant, mobilier, approvisionnements, etc. Ce sont des conditions exorbitantes, onéreuses, nous le reconnaissons, et c'est du reste une des raisons pour lesquelles le rachat nous semble absolument inopportun. Ces conditions sont basées sur une étude complète et impartiale des divers contrats qui lient l'État et les compagnies; elles n'ont pas été évaluées de même, nous le savons, par le rapport de M. Baïhaut et celui de M. Wilson. Mais, comme il n'appartient au pouvoir législatif d'interpréter seul des contrats librement consentis et loyalement exécutés jusqu'à ce moment, les tribunaux auraient à régler, le cas échéant, cette situation compliquée.

Nous n'avons pas besoin de dire combien cette intervention des tribunaux nous paraîtrait regrettable à tous égards. Les grandes compagnies de chemins de fer ne se composent pas seulement d'intérêts privés et de conseils d'administration composés de personnalités en vue. Derrière ces conseils, se trouve une armée innombrable de capitalistes; on en compte certainement plus de 3 millions. Le capital n'est pas moindre non plus de 8 milliards, divisés en 1 milliard 445 millions d'actions et 6 milliards 555 millions d'obligations. Dans ces conditions, la propriété de nos chemins de fer forme une portion très importante de la fortune nationale; elle est équivalente, sous beaucoup de rapports, à la dette publique. Serait-il rationnel, sans qu'un intérêt supérieur et de la plus extrême importance soit engagé, de troubler la tranquillité de tant de gens, d'aller jeter le trouble dans leurs intérêts et dans leur fortune? On hésite, depuis plusieurs années, à opérer la conversion du 5 pour 100, que les calculs les plus modérés considèrent cependant comme devant assurer au Trésor une bonification annuelle de 35 à 40 millions, et l'on hésite à peu près uniquement, on le déclare du moins, parce que ce bénéfice du Trésor ne serait obtenu qu'aux dépens d'une foule de capitalistes patriotes qui ont eu confiance dans le crédit et l'avenir financier du pays. Pourquoi aurait-on moins de considération pour les actionnaires et, dans une certaine mesure, pour les obligataires des chemins de fer, dont la propriété changerait de nature et donnerait lieu à bien des contestations, jusqu'à ce qu'on eût définitivement établi les bases du rachat?

Ce sont là, il faut l'avouer, des considérations d'un ordre sentimental qui ont une portée médiocre au point de vue financier, et si nous n'avions eu à faire le rapprochement de la conversion du 5 pour 100 qui se présente en quelque sorte de lui-même, nous ne les aurions pas rappelées. Mais elles ne sont pas les seules qui donnent au rachat un caractère fâcheux. Nous avons montré que l'opération elle-même serait onéreuse pour le Trésor; nous devons dire encore que les suites seraient cent fois plus dangereuses et plus menaçantes.

Il semble évident, en effet, certain — pourrions-nous dire, après le rapport de M. Lebaudy — que l'État rachète les chemins de fer uniquement pour garder l'exploitation du réseau ferré. Que cette exploitation soit effective, nominale, ou simplement protectrice, il est évident que l'État en supportera le poids. S'il s'agit uniquement de déposséder les compagnies actuelles pour les remplacer par des compagnies d'une organisation identique, ayant de la durée, du crédit, des capitaux, un grand et un petit personnel, une organisation forte et compacte enfin, comme il convient aux grosses entreprises; s'il s'agit de cela, on ne voit guère que le rachat soit autre chose qu'une mystification. Nous ne nous y arrêtons pas un instant. On rachète pour arriver à une transformation profonde du régime. Mais, de ce côté, s'imagine-t-on que l'État trouvera des compagnies sérieuses, acceptant la responsabilité d'une exploitation qu'il aurait le droit de diriger à son gré et de bouleverser suivant ses volontés et à chaque instant? Autant dire qu'un propriétaire foncier trouvera de bons fermiers qui accepteront à la fois de payer leur fermage, de cultiver comme le propriétaire l'entendra, et de vendre enfin leurs denrées au prix qu'il plaira au propriétaire de fixer. Telle serait exactement la situation réciproque de l'État et des compagnies nouvelles.

Cependant nous nous hâtons de reconnaître que l'État, au début de ses expériences, trouvera toujours des fermiers. Il s'attache aux grandes affaires, surtout lorsqu'elles touchent par quelques points à la tutelle de l'État, un caractère spécial qui donne confiance et qui attire les capitaux. Cela suffit pour que les brasseurs d'affaires en courent la chance. Mais en pareil cas, il se produirait de nouveau, et sans doute sur une plus vaste échelle, ce qui s'est fait avec les lignes secondaires de la Vendée, des Charentes, etc. Des hommes entreprenants se sont fait accorder les concessions sans se montrer difficiles ni exigeants. Ils ont appelé l'argent du public; ils ont

monté sur la concession, sur les exploitations, sur la construction de ces lignes, les combinaisons financières les plus fantastiques, et, en quelques années, la plupart ont réalisé de grosses fortunes. Mais, lorsque les combinaisons financières sont devenues impossibles, n'ayant plus ni point de départ ni objet, l'entreprise condamnée à vivre par elle-même a sombré, et les capitalistes engagés dans ces affaires ont perdu une bonne part de leur argent et auraient certainement perdu le tout, si l'État ne s'était décidé à racheter ces mêmes lignes qui forment aujourd'hui le réseau des chemins de fer de l'État. Nous croyons fermement, et nous le disons sans aucune passion, mais avec une complète franchise, que c'est à ce même résultat qu'aboutiraient des essais de compagnies fermières, d'exploitations ou autres, mises au service de l'État qui conserverait la direction suprême des chemins de fer. Mieux vaut cent fois, à tous les points de vue, pour la moralité publique comme pour le Trésor, pour la fortune privée comme pour les intérêts généraux, l'exploitation directe de l'État. On sait du moins où l'on va et ce que l'on fait.

Il est vrai que les perspectives ne sont pas beaucoup plus rassurantes. On sait combien sont difficiles les conditions d'établissement d'un budget et quels obstacles se dressent souvent devant les gouvernements qui doivent remplir ce programme de balancer entre elles les recettes et les dépenses et de tenir les unes et les autres dans les limites étroites des crédits ouverts et des prévisions. L'État, chargé des chemins de fer, porterait naturellement les recettes à son actif et les dépenses à son passif. La différence constituerait son bénéfice ou sa perte. C'est dire que le budget serait à chaque instant soumis aux variations dépendant des crises commerciales et des faits économiques, sur lesquels l'État ne peut avoir aucune action ni aucune influence. Ces fluctuations, perpétuelles et souvent considérables, sont absolument incompatibles avec une bonne administration financière, et, malgré le chiffre élevé auquel arrive notre budget et son développement en quelque sorte prodigieux, elles tiendraient la plus grande place dans ses colonnes. En effet, les recettes de tout genre réalisées par les compagnies au moyen du trafic s'élèvent à près d'un milliard. Voilà sur quel chiffre serait engagée la responsabilité financière de l'État. Une simple réduction d'un centime, par tonne et par kilomètre, dans le prix du transport moyen des marchandises qui usent de la petite vitesse constituerait dans les recettes du trafic, et par conséquent du budget, une perte de 80 millions. C'est aussi une charge de 80 millions que ferait peser sur l'industrie nationale, sur la consommation, sur le contribuable enfin, une simple augmentation, qui paraît insignifiante, d'un centime par tonne et par kilomètre sur la petite vitesse.

En face de pareils chiffres et de semblables résultats, il n'y a rien d'exagéré à dire que le rachat des chemins de fer présente, pour nos finances, une menace permanente de désorganisation. Cependant les considérations de ce genre ne sont pas les seules qui doivent entrer en compte dans l'esprit des hommes politiques; on affronte ces inconvénients, qui ne sont pas, du reste, impossibles à surmonter, quand on se trouve en face de nécessités impérieuses, ou seulement d'une utilité reconnue. C'est donc à d'autres points de vue qu'il convient d'étudier les choses.

III.

Il est un ordre de faits et de principes qui nous touchent par-dessus tout ; ce sont ceux qui se rapportent à la sécurité publique, à la défense nationale. Les chemins de fer sont devenus un instrument militaire de premier ordre et ils jouent le plus grand rôle dans la tactique moderne.

Depuis la guerre de 1870-1871, ils sont au ministère de la guerre l'objet d'une préoccupation constante. Les études les plus complètes ont été poursuivies pour arriver à une organisation rationnelle, et nous croyons être en mesure de dire qu'il en est à cet égard comme de tout le reste de notre réorganisation militaire : le passé est réparé, le présent a été mis à la hauteur de toutes les nécessités. Les grandes compagnies se sont associées dans une large mesure à un mouvement patriotique d'études et d'élaborations. Elles comptent deux représentants dans le sein du comité supérieur des chemins de fer au ministère de la guerre; l'un d'eux était, il y a quelques mois, précisément le directeur de la compagnie d'Orléans, M. Solacroup, décédé depuis et remplacé par un haut fonctionnaire de la compagnie de Paris-Lyon-Méditerranée.

De la base au sommet, les compagnies sont outillées, avec un personnel organisé et exercé de telle sorte qu'en quelques heures, une exploitation industrielle se transforme, sans effort, sans bruit, sans troubles, en une exploitation militaire. Les hommes sont à leur poste, prêts à leur service nouveau, qui est bien connu et étudié ; les administrateurs, comme les employés des gares, de la traction et de la voie, connaissent leurs obligations et sont en mesure de les remplir. Nos chemins de fer sont devenus ainsi de véritables armées où les états-majors et les officiers supérieurs sont, aussi bien que les soldats, au niveau de leur mission.

On ne verra plus se reproduire les fautes et les erreurs de la dernière guerre pendant laquelle des désastres inouïs avaient bouleversé l'organisation, incomplète du reste, inexpérimentée et mal préparée, que nous avions alors. Il y aurait injustice cependant à méconnaître les véritables services rendus dès cette époque à la défense nationale par les compagnies. Elles n'ont marchandé ni le dévouement ni les sacrifices, et le gouvernement n'y a jamais vainement fait appel, quelles que fussent les difficultés. Leurs ateliers de Paris et de la province sont devenus de grandes fabriques d'engins de guerre où les ouvriers, les ingénieurs et les administrateurs ont rivalisé de zèle et d'activité. Dans le service des armées en campagne, le personnel est resté debout jusqu'à la dernière heure, maintenant les services au milieu des désordres de la défaite et des improvisations d'une campagne où les détails ne pouvaient être réglés avec la précision que comportent les événements ordinaires. Il s'agissait de sauver le matériel, les approvisionnements de l'armée, et presque toujours les derniers trains français qui quittaient une gare,

emportant les employés à la suite de nos derniers soldats, recevaient les balles et les obus prussiens.

Ce que nos chemins de fer ont fait alors, ils le feraient aujourd'hui, mais avec toute la supériorité que comporte une organisation savante. N'est-il pas à craindre qu'une aussi grosse opération que le rachat, qui viendrait bouleverser l'installation de nos grandes compagnies, modifier le personnel, changer les aspirations et les tendances, n'ait pour premier effet de jeter un trouble profond dans cette partie de la défense nationale ?

Les compagnies autonomes sont, en cas de guerre, entre les mains du ministre de la guerre. Une simple réquisition, nette et précise comme un ordre du jour, place sous sa direction absolue tous les services et suspend les services civils. On se demande si une organisation administrative dépendant de l'État ou d'un ministre aurait une aussi grande élasticité et une facilité aussi rapide à se plier aux ordres d'un ministère auquel elle n'obéit pas d'habitude; si les formalités administratives, dont on connaît le caractère et les lenteurs, ne viendraient pas plus d'une fois compliquer inutilement des rapports dans lesquels la soumission aveugle, l'unité absolue de commandement et la rapidité sont indispensables. Il ne s'agit pas ici des hommes, il s'agit des institutions. Nous ne voulons pas dire et nul ne pourrait penser que les agents ou les ingénieurs des chemins de fer de l'État auront moins de patriotisme, d'ardeur ou d'habileté que ceux des compagnies. Mais nous sommes aujourd'hui en face d'un instrument perfectionné qui a fait ses preuves et dont les rouages fonctionnent admirablement; il ne serait pas sans imprudence, et peut-être sans péril, de le remplacer par un instrument nouveau, encore inconnu, dont le caractère même laisse place à bien des doutes.

Cette grave question ne saurait être résolue en quelques mots. Bien qu'elle n'ait pas trouvé place dans les rapports de la commission parlementaire, nous espérons qu'elle sera traitée, le cas échéant, à la tribune avec tous les développements qu'elle comporte et l'importance qu'y doivent attacher les hommes qui se préoccupent du sort du pays.

IV.

Parmi les affaires du domaine économique et industriel qui touchent aux intérêts généraux, il n'en est pas de plus importante que celles des transports, et les chemins de fer tiennent certainement la première place parmi ces affaires. Là comme ailleurs, l'un des points les plus délicats, l'un de ceux qui ont été le plus approfondis par les hommes d'étude et les hommes pratiques, c'est de savoir ce que peut et ce que doit être l'intervention de l'État.

L'industrie des transports peut-elle se rattacher à l'un de ces services publics importants qui sont naturellement du domaine de l'autorité et qui doivent par conséquent être dirigés administrativement et par l'État? Rentre-t-elle au contraire dans cet ordre de faits économiques qui sont du domaine de la liberté, et qui, en droit et en fait, au point de vue de l'utilité aussi bien qu'à celui de l'économie, doivent être abandonnés à l'initiative privée?

Il nous semble que poser la question c'est la résoudre. Quelque utilité que présente l'industrie des transports en elle-même, on ne saurait la faire rentrer dans ces services généraux dont l'État doit régler la marche et fixer les tarifs. Le transport est un service identique à tous ceux que les hommes échangent entre eux dans les mille relations de la vie sociale, soumis comme tous les autres aux lois si simples de la concurrence, de l'offre et de la demande, du prix de revient enfin. On ne voit pas bien clairement pourquoi l'État aurait à intervenir, soit pour les organiser, soit pour les tarifer; ce serait là, croyons-nous, une extension abusive de ses attributions.

Mais, dira-t-on, le chemin de fer n'est pas un procédé de transport ordinaire; il échappe par sa nature aux lois de la concurrence, il se constitue dès lors en monopole, et les monopoles ne peuvent pas échapper à la direction de l'État tant que la société en souffre. A cela nous répondrons :

Le fait du monopole est exact, mais il ne l'est que dans une certaine mesure. Car, en Amérique, où l'industrie des chemins de fer est absolument libre, les lignes concurrentes se sont multipliées à l'infini. Le public n'y a pas toujours gagné, il est vrai, d'abord par suite de l'immense gaspillage de capitaux qui s'est fait ainsi dans des milliers d'entreprises qui se sont ruinées, ensuite, parce que les lignes concurrentes ont toujours fini tôt ou tard par s'entendre et qu'alors elles ont largement exploité le public pour se couvrir de leurs pertes antérieures. En France, nous n'avons du reste rien de semblable; nous n'avons connu ni les avantages ni les inconvénients de la liberté illimitée. Chez nous, en effet, le transport par chemin de fer s'est constitué à l'état de monopole.

L'intervention de l'État était donc nécessaire. Elle s'est manifestée régulièrement. Au point de vue de la sécurité générale, l'État a conservé un droit de surveillance absolue, comme c'était son droit et son devoir. Au point de vue industriel, il a fixé les limites étroites dans lesquelles le monopole devait s'exercer, et il a imposé aux compagnies des cahiers des charges. Il en est résulté notre régime actuel des chemins de fer.

Celui-ci doit être jugé d'après ses fruits, et ceux-ci ne seront pas certainement un élément d'accusation contre le système. Il suffit d'avoir voyagé quelque peu sur les chemins de fer de l'étranger pour constater que, pratiquement, nos chemins ne sont inférieurs, au point de vue des voyageurs, à aucune exploitation. Les accidents n'y sont pas plus fréquents, le confortable y est aussi bien entendu, l'organisation du personnel et des formalités n'y sont pas plus gênantes ni plus nombreuses, sinon que peut-être, chez nous, elles sont plus compréhensibles et plus commodes. Que nous soyons arrivés à la perfection, c'est une autre affaire; il reste certainement beaucoup à faire dans nos chemins de fer au point de vue du service des voyageurs, et, quoi qu'on fasse, il restera toujours beaucoup à faire encore; c'est la loi du progrès. Mais nos compagnies peuvent supporter la comparaison avec n'importe

quel service de l'étranger. Nous n'avons jamais, du reste, entendu formuler à cet égard des accusations sérieuses appuyées sur des exemples et des faits probants.

En ce qui concerne les tarifs des transports des marchandises, que dirons-nous? C'est que, sur l'ensemble de notre réseau français, le prix net moyen kilométrique de la tonne transportée ne dépasse pas 6 centimes. Les tarifs européens sont tous supérieurs aux nôtres, aussi bien dans les compagnies absolument autonomes de l'Angleterre, que dans les compagnies fermières de la Hollande, que dans les administrations de l'État prussien et de l'État italien, où les moyennes les plus élevées vont jusqu'à 7 centimes 92, tandis que les plus basses ne descendent qu'à 6 centimes 79. Deux seules exceptions peuvent se constater : l'une sur les chemins de l'État belge où l'on est descendu à 5 centimes 12 et la seconde sur ceux d'Alsace-Lorraine descendus à 5 centimes 60. Mais il importe de remarquer que l'exploitation des chemins d'État belges impose des pertes considérables au budget de ce pays. Les tarifs des chemins de fer autonomes d'Alsace-Lorraine ont été abaissés en vue d'une concurrence impitoyable contre le transit de nos propres lignes qui ont été ainsi dépouillées d'une partie importante des transports anglais, allemands et belges, qui passaient par notre pays jusqu'à la frontière italienne ou la Méditerranée, et ces chemins ont été aidés dans cette œuvre par une forte subvention prise sur l'indemnité de guerre de 1870-1871. Bien que nous n'ayons pas de semblables moyens à notre disposition, nos tarifs cependant ne font pas, comme on voit, trop mauvaise figure dans l'ensemble.

En dehors de la question des tarifs qui intéresse directement le public et les particuliers, il en est une autre qui intéresse le Trésor et les contribuables. Ainsi que nous l'avons montré par le fonctionnement de la garantie, l'État intervient, pour une certaine part, dans les dépenses de l'exploitation. Disons du reste que cela est juste et conforme à la nature des choses; car, tandis qu'il entretient dans tout le pays les routes aux frais des contribuables, ce sont les compagnies des chemins de fer qui doivent seules parer, avec leurs ressources, aux frais d'entretien des voies qu'elles exploitent. Les contribuables ont donc un intérêt majeur à ce que l'exploitation des chemins de fer soit faite économiquement, à ce que, par conséquent, les coefficients d'exploitation, c'est-à-dire le rapport entre les recettes et les dépenses, soit le moins élevé possible.

C'est donc dans ce coefficient que nous devons rechercher l'un des éléments principaux qui font ressortir les avantages des divers régimes d'exploitation auquel sont soumis les chemins de fer. Citons à ce sujet quelques chiffres empruntés aux statistiques officielles :

Sur l'ensemble du réseau francais le rapport entre la recette et la dépense kilométrique est de 49 pour 100;

Sur le Nord francais, réseau entier, 53 pour 100;

Sur le Nord français, ancien réseau, 44 1/2 pour 100;

Sur le Great Eastern anglais, 48 0/0;

Sur le Great Western anglais, 46 0/0;

Sur les chemins de la Prusse exploités par l'État, 75,55 pour 100; sur les chemins du même pays exploités par les compagnies et l'industrie privée, 66,40 pour 100;

Sur les chemins allemands de l'État, 66,30 pour 100, et sur les chemins allemands exploités par les compagnies, 58,18 pour 100;

Sur les chemins belges de l'État, 66 pour 100 et sur les chemins belges des compagnies, 56 pour 100;

Sur les chemins de fer d'État austro-hongrois, 69 pour 100, et sur les chemins du même royaume qu'exploitent les compagnies privées, 63 pour 100;

Sur le réseau de l'État de Danemark, 69,27, et le réseau des compagnies du même pays, 46,79 pour 100;

Enfin, en 1872, sur les lignes du Grand Luxembourg, que les compagnies exploitaient sur le pied de 54 pour 100 au moment où le gouvernement belge les racheta, le coefficient d'exploitation s'éleva subitement, en 1873, sous la direction d'une administration publique, à 75 pour 100.

Ces chiffres sont un peu arides; mais, du moins, ils démontrent, avec cette exactitude indiscutable qui n'appartient qu'aux chiffres, d'abord que les chemins français, dans leur état actuel, sont classés parmi ceux qui exploitent le plus économiquement, ensuite que les exploitations de l'État sont toujours et partout plus onéreuses que les exploitations privées.

Ce dernier résultat ressort du reste de la nature même des choses. Il n'en saurait être autrement en France qu'en Belgique, en Allemagne ou en Danemark. Depuis longtemps, c'est devenu en quelque sorte un axiome en économie politique que les administrations de l'État ne peuvent avoir la souplesse, l'élasticité, l'indépendance d'allures, la rapidité des conceptions, le sentiment profond de l'initiative et de la responsabilité effective qui sont indispensables aux entreprises commerciales et industrielles. L'expérience a toujours démontré que, dans ce domaine, à qualités personnelles égales, les agents d'une impersonnalité comme l'État restent inférieurs, dans leur action, aux agents d'une personnalité, qu'elle s'incarne dans un individu ou dans une association. Il n'en saurait être, en matière d'exploitation de chemin de fer autrement qu'en tout autre branche de l'activité sociale.

Ce n'est point dès lors dans l'ordre des faits économiques qu'il convient de rechercher la nécessité de confier à des administrations d'État nos chemins de fer et leur direction. C'est cependant la seule base sérieuse sur laquelle puissent s'appuyer et s'appuient en effet aujourd'hui les partisans d'un rachat aboutissant à une exploitation d'État. Du moment que les considérations supérieures d'intérêt général ou de sécurité nationale sont écartées, du moment que l'on ne peut faire valoir, pour justifier une transformation aussi profonde, ni un péril quelconque, ni des avantages universels, pour lesquels on ne doit jamais marchander les sacrifices, le rachat de nos chemins de fer ne peut plus se présenter que comme un moyen d'alléger les charges de l'industrie des transports, d'offrir aux particuliers et à la collectivité des services importants de nature à compenser les sacrifices financiers ou économiques que nous avons essayé de faire ressortir.

V.

Ces services sont évidemment dans le bon marché des transports, et toutes les questions actuelles se résument donc en une question de tarifs. Celle-ci a, du reste, son importance, car nous avons montré que l'ensemble des recettes perçues par nos chemins de fer actuels, en représentation de leurs services, s'élève à près d'un milliard. Certes, si une combinaison quelconque pouvait subitement supprimer la rémunération, ou même une partie quelconque de la rémunération en maintenant le service, cette combinaison serait merveilleuse et il faudrait se hâter d'en recommander l'application à nos législateurs. Mais on peut douter que cette pierre philosophale se trouve renfermée dans l'intervention de l'État. Bien mieux, comme son exploitation est plus onéreuse que l'exploitation des compagnies, comme son entrée de jeu comporte des charges fiscales et des risques financiers élevés, il est permis d'affirmer que l'État à la tête de nos chemins de fer ne rendra pas plus de services aux particuliers qu'on ne leur en rend aujourd'hui et qu'il coûtera plus cher à la collectivité. Ce que les premiers gagneraient sur une réduction des tarifs, la société le perdrait en charges fiscales, et le contribuable solderait ce que le voyageur ou le transporteur ont économisé. Nous ne voyons pas bien les avantages de cette transformation et nous croyons qu'il serait, au contraire, facile d'en faire ressortir l'injustice et l'irrégularité. Si, en effet, l'industrie des transports est une industrie comme toutes les autres, si elle doit être abandonnée à l'initiative privée, si elle n'est assimilable à aucun de ces grands services sociaux que la société seule peut répartir équitablement, le service rendu par le transporteur doit être frayé par celui qui en use, il est débattu de gré à gré et fixé suivant les conditions du service et son prix de revient.

C'est ainsi que les choses se passent aujourd'hui. Les compagnies sont soumises à un cahier des charges établissant un maximum, qui est la compensation des avantages que l'État leur assure en leur concédant le droit de percevoir des taxes pour les transports qu'elles opèrent. Le chemin de fer étant de sa nature un monopole réel, sinon absolu, l'État conserve un droit de surveillance supérieure. Il sacrifie même, à un moment donné, les intérêts du présent pour assurer au pays un avenir plus favorable; il donne sa garantie, c'est-à-dire qu'il paye, avec l'argent des contribuables, une partie des frais qu'ont nécessités des transports exécutés à des conditions onéreuses. Offrant momentanément cette garantie aux compagnies, il exige d'elles en retour certaines concessions particulières. Mais, en règle générale, le droit pour les compagnies de fixer et de percevoir leurs tarifs, dans les limites des contrats divers qui résultent de leur situation, reste entier et absolu.

Cela est, et, nous ajouterons, cela doit être. C'est la marchandise, c'est le voyageur qui doit payer son transport, et le payer, autant que possible, en raison de ce qu'il coûte. Nous disons *autant que possible,* parce qu'en matière sociale plus encore qu'en toute autre affaire, l'absolu est souvent inapplicable. Mais il importe que le principe soit maintenu invariable et fixe. Or il est certain, pour nous, que l'intervention de l'État aurait pour premier et pour infaillible résultat de le fausser. Elle serait en réalité un premier pas dans l'application de la théorie communiste.

Maître des tarifs des chemins de fer, l'État le sera en quelque sorte de tous les transports. Il règlera par conséquent à son gré les conditions d'un marché qui n'est plus de sa compétence. Augmentera-t-il, diminuera-t-il les tarifs, les remaniera-t-il dans un sens rationnel, ou se livrera-t-il sur ce sujet à des expériences plus ou moins heureuses, dont, en tant que contribuables, nous aurons toujours à payer les frais? Nous n'en savons rien et nous n'en voulons rien savoir. Quand nous parlons de l'État, nous ne limitons pas notre examen à ce que notre administration et notre régime intérieur sont aujourd'hui, ni à ce qu'ils peuvent devenir dans des prévisions rationnelles; nous ne voyons ni les hommes politiques du jour, ni ceux que demain peut nous amener; mais nous ne faisons pas cependant une abstraction. L'État s'incarne toujours dans quelques individualités et il est, comme tel, soumis aux influences de leurs intérêts ou de leurs passions.

A une exploitation industrielle et commerciale il substituera une exploitation administrative, fiscale et politique. Sous sa direction, les chemins de fer suivront toutes les fluctuations de la politique; nous ne voulons pas dire ces fluctuations quotidiennes qui s'inspirent seulement des accidents temporaires ou des caprices de l'opinion, mais ces changements réguliers qui subissent la loi de grands courants irrésistibles. Le régime changera à toutes les élections générales.

Ces inconvénients ressortent de la nature même des choses et l'on s'en plaint dans tous les pays où il existe des exploitations d'État un peu étendues, en Belgique et en Allemagne plus particulièrement. Il ne saurait à coup sûr en être autrement en France, où le mandarinat et le fonctionnarisme tiennent, dans nos mœurs et dans nos institutions, une place déjà trop considérable que tous les esprits éclairés cherchent à réduire plutôt qu'à étendre. Cette perspective de voir doubler par une seule opération le nombre déjà trop élevé des salariés du budget et des fonctionnaires publics n'a rien qui puisse séduire. Ce n'est point par des résultats semblables que l'on augmentera dans l'esprit des citoyens le sentiment de la responsabilité, de l'initiative et de la liberté individuelles.

Quant aux intérêts généraux, le caractère nouveau d'une exploitation fiscale et politique dit assez comment ils seront desservis. Les tarifs des chemins de fer deviendront une annexe des droits de douanes. Suivant les besoins du Trésor, ils seront susceptibles d'être élevés et abaissés, non plus en raison des besoins du commerce, de l'état de notre industrie, mais en raison des vides qu'il faudra combler dans le budget. Entre les mains d'un parti politique, ils deviendront l'arme la plus puissante et la plus dangereuse, mise au service des principes économiques dominants, aujourd'hui la protection de l'industrie nationale, demain le libre-échange ou la véritable protection de l'intérêt de tous.

Nous voudrions maintenir cette étude dans les principes généraux; mais nous ne pouvons nous empêcher de remarquer que toute la campagne, conduite, depuis plusieurs années, contre le régime actuel de nos chemins de fer, marche parallèlement avec celle des tarifs douaniers et s'en rapproche singulièrement. Elle s'est surtout appuyée sur l'inégalité choquante que les tarifs des grandes compagnies laissent subsister, ou plutôt paraissent établir, en faveur des transports des produits étrangers introduits en France. Cette question seule vaudrait d'être discutée à part, et, s'il est démontré qu'en effet un industriel français ne peut obtenir de nos compagnies que des conditions plus onéreuses que celles qu'obtient un concurrent étranger; s'il en coûte plus, par exemple, du fait du chemin de fer et du fait seul de son administration, pour amener à Paris les houilles françaises ou les blés du Midi que pour y conduire les houilles anglaises et les blés d'Amérique débarqués au Havre et à Saint-Nazaire, c'est le résultat d'un système absurde et capricieux qu'il faut modifier. Mais si cette apparence n'est que spécieuse, si le tarif du chemin de fer subit et doit subir dans ses mouvements les lois de la concurrence et du prix de revient, s'il ne s'abaisse que lorsqu'il doit lutter contre la batellerie, ou lorsque des traités avec des transporteurs étrangers lui assurent une quantité de transports considérables sur lesquels il peut consentir un léger sacrifice pour les maintenir sur ses rails; s'il obtient, du reste, à son tour une réciprocité de réduction de prix sur les voies étrangères dont notre industrie profite à son tour, les perspectives et les appréciations changent immédiatement.

Mais qui ne voit aussi qu'au fond de toutes ces querelles se retrouve l'esprit du protectionnisme, cette prétention de régler les conditions du marché intérieur au gré d'intérêts, qu'on appelle nationaux, et sans tenir compte des lois normales du commerce et de l'industrie? Les protectionnistes ont eu la main heureuse, et, à ce point de vue, les tarifs des chemins de fer sont un instrument d'une puissance incalculable, qui ferait mieux que doubler les droits des douanes, qui les suppléerait facilement.

Cette question est plus grosse qu'elle ne paraît au premier abord. Elle touche à notre politique extérieure, aussi bien qu'à notre régime intérieur. Le rachat des chemins de fer, aboutissant à une exploitation politique de l'État, ne comporte pas seulement l'intervention de celui-ci dans les transactions privées; il le conduit à prendre un rôle actif dans les rapports nationaux basés sur les transactions commerciales et industrielles. Les intérêts se retrouvent toujours au fond de la politique des nations et des peuples. On pourrait citer des guerres sanglantes, celle de la sécession américaine, qui sont sorties d'un antagonisme économique, et en grande partie d'une question de tarifs et de libre-échange. Dans la situation actuelle de l'Europe, dans l'état de nos rapports avec les nations voisines, n'y aurait-il pas un véritable péril à compliquer ainsi les droits du gouvernement, à multiplier les éléments d'action qui peuvent se tourner contre nous?

Nos intérêts particuliers, comme contribuables ou consommateurs, doivent nous écarter du système qui mettrait les chemins de fer entre les mains de l'État, au même titre qu'ils nous font préférer les principes de la liberté commerciale; nos intérêts, comme nation, doivent nous en éloigner plus encore.

VI.

Si nous voulions retracer en quelques lignes le chemin que nous venons de parcourir et résumer ces longues considérations, nous dirions qu'à notre sens la situation actuelle ne comporte qu'une solution. La France est en possession d'un réseau de voies ferrées, homogène, solide, bien outillé; le régime auquel est soumis ce réseau comporte des perfectionnements; mais il est plus avantageux d'obtenir ces perfectionnements par des progrès successifs que par une transformation radicale qui renverse tout ce qui existe avant de réédifier à nouveau. Pour compléter notre réseau, l'État, qui a entrepris depuis deux ans la construction de plus de 15 000 kilomètres, a procédé avec une lenteur désespérante, et aujourd'hui, tous les esprits impartiaux doivent être convaincus qu'il y aurait encore mille avantages à confier une partie de ces travaux à l'industrie privée.

Quant à l'exploitation, un remaniement des tarifs, une revision des conventions avec les compagnies sont nécessaires, au moins utiles. L'important à notre sens, c'est qu'on n'ait pas la prétention de tout faire d'un seul coup, d'imposer à l'industrie les expériences d'un système infaillible et d'élever de toutes pièces un édifice nouveau après avoir fait table rase. Ayons une sage méfiance de l'esprit de système, qu'il soit novateur ou rétrograde.

A ce point de vue, et bien que nous condamnions en principe l'exploitation de l'État et que nous cherchions à nous mettre en garde contre les provisoires qui deviennent définitifs, il ne nous déplairait pas de voir faire une expérience sérieuse de cette exploitation sur un réseau suffisamment étendu des chemins de fer de l'État. Mais nous la voudrions complète, absolue, et surtout *publique,* soumise par tous les moyens à la publicité, au contrôle, à la discussion. Pour cela, il faudrait évidemment que l'administration supérieure des chemins de fer de l'État ne se recrutât pas, comme elle le fait aujourd'hui, dans le parlement qui doit la contrôler. Il faudrait qu'elle voulût bien livrer au public ses comptes et ses opérations, et qu'il n'arrivât pas, en 1881, ce qui arrive aujourd'hui, juillet 1880, où l'on n'a pas encore fait connaître une ligne ou un chiffre des comptes de 1879. Il faudrait enfin que cette administration des chemins de l'État s'occupât seulement d'administrer et d'exploiter sa ligne, et qu'elle ne devînt pas une machine de guerre destinée à battre en brèche les grandes compagnies. Nous voulons pouvoir la juger sur ses propres mérites et non sur les imperfections d'autrui.

Pour la revision des conventions avec les compagnies actuelles, il nous semble impossible que l'on ne puisse pas s'entendre avec elles. Mais il faut pour cela formuler un programme que le public pourra d'abord juger et apprécier, et

c'est précisément ce que l'on a négligé de faire jusqu'à ce moment.

Quant aux tarifs, le point principal le plus important, du moins pour le public, porte sur les réductions. A cet égard, l'État possède un procédé d'amélioration immédiate, dont l'application sera peut-être difficile, mais dont l'effet n'est pas douteux. Les profits particuliers qu'il retire de l'exploitation des chemins de fer, soit en recettes perçues directement pour le compte du Trésor, soit en économies réalisées, s'élèvent dans les derniers budgets à 230 millions. Sur ce chiffre, les recettes effectives, entrées en argent dans les caisses publiques, sont de 158 millions. Nos financiers, en modifiant les taxes et la rémunération des services reçus par l'État, peuvent immédiatement diminuer les frais généraux des transports, dans une proportion qui peut aller jusqu'à 30 pour 100, et apporter par conséquent à l'ensemble des tarifs une réduction corrélative.

Mais il ne paraît pas que, dans l'état de nos finances, il soit possible de procéder d'une façon aussi radicale. Beaucoup de bons esprits pensent seulement que c'est là la base première d'une réduction rationnelle et progressive des tarifs.

La simplification des taxes, une tendance plus marquée à l'uniformité sont aussi très désirables, et il n'est pas douteux qu'on en puisse obtenir quelques bons résultats, surtout en vue de réaliser une unité presque complète entre les tarifs communs à diverses compagnies et ceux relatifs à une seule. Mais, sur ce point, il ne faut pas cependant se faire d'illusions : les tarifs des chemins de fer, qui répondent à des besoins multiples et variant sans cesse de mille façons, ne seront jamais pour les non initiés une œuvre peu étendue ou claire. Leurs livres seront toujours pour le public et pour les curieux, nous le craignons, un grimoire indéchiffrable. Mais cela importe peu, si les intéressés savent s'y reconnaître. Il s'agit seulement de s'entendre sur le véritable caractère d'une réforme, qui ne peut être subite et ne peut résulter que de progrès successifs.

Les remaniements relatifs aux tarifs de transit et aux tarifs internationaux ont aussi une importance considérable ; mais nous devons remarquer qu'en général ils n'intéressent en rien le public en général, ou même notre commerce et notre industrie.

Enfin, depuis quelques années, les mouvements de la richesse ont subi de telles oscillations, les bases du crédit public et privé se sont si bien transformées, qu'il ne serait pas impossible à l'État de trouver, concurremment avec les compagnies, en unissant deux crédits qui, pour avoir des caractères différents, n'en ont pas moins l'un et l'autre une valeur considérable, des combinaisons financières qui permettront de réaliser, à des conditions peu onéreuses, des ressources importantes. Sans engager l'avenir outre mesure, il y aurait là le moyen d'alléger peut-être à la fois le sacrifice consenti par l'État aux compagnies par la garantie d'intérêt, et les charges que contractent les compagnies, et l'on pourrait faire bénéficier l'exploitation actuelle d'une partie des bénéfices ainsi réalisés.

C'est là une œuvre digne de tenter nos financiers, nos économistes et nos hommes d'État. L'intérêt général, aussi bien que les intérêts particuliers, y trouveraient leur satisfaction mieux que dans l'élaboration de projets un peu confus qui troublent et inquiètent les uns et les autres, sans avantage pour le bien général.

PHYSIOLOGIE

Du bégayement.

Qu'est-ce que le bégayement? Quelle en est la nature?

Le bégayement est-il une infirmité, une maladie, ou un simple défaut de prononciation? C'est ce que cette étude a pour but de démontrer.

Mais, sans anticiper sur les conclusions de notre travail, nous croyons pouvoir déjà dire que le bégayement tient à la fois de l'infirmité par la difficulté et souvent même l'impossibilité pour celui qui en est atteint d'exercer la fonction vocale; de la maladie par l'intermittence de ses manifestations et la subjectivité de certains de ses caractères. Il tient enfin des défauts de prononciation en ce que, comme eux, il est souvent localisé dans certaines combinaisons linguistiques et que la pratique simple et naturelle des procédés ordinaires de la parole suffit pour le faire disparaître.

A toutes ces considérations j'ajouterai qu'à une *époque* comme la nôtre, il est un côté de la question qui ne doit pas non plus être laissé en oubli. C'est la position dans laquelle se trouve le bègue vis-à-vis de la société. Eh quoi! voici un jeune homme intelligent, agile, vigoureux, qui, lorsque le moment venu d'aller avec ses camarades faire l'apprentissage du métier des armes, est refusé comme impropre au service militaire tout comme s'il était aveugle, muet, manchot ou boiteux! Quoi, voici un homme intelligent, instruit, expérimenté, qui est condamné à ne jamais occuper les places qu'il serait apte à remplir, pas plus dans les carrières libérales que dans le commerce, l'industrie ou l'atelier! Et tout cela parce qu'il est bègue, qu'il ne peut s'exprimer clairement, distinctement, qu'il ne peut faire prévaloir son opinion, exposer ses affaires, défendre ses intérêts ou répondre à la question la plus banale!

S'il y a là une souffrance morale terrible pour le pauvre bègue, quelque chose comme un nouveau supplice de Tantale, il y a pour la société une perte sèche d'une valeur dont elle ne profite pas, qu'elle a pourtant aidé à créer et qui, dans des circonstances spéciales, peut prendre des proportions vraiment considérables.

Que Démosthène fût bègue (1), et la Grèce était asservie vingt ans plus tôt à la Macédoine!

(1) Rien ne prouve que Démosthène était bègue, et tout porte à croire au contraire qu'il était atteint de quelque vice de prononciation, du grasseyement probablement.

Mais ce défaut de prononciation ne fut pas la seule cause de son

Si Mirabeau eût simplement bredouillé à la fameuse séance des États généraux, les députés du tiers-état rentraient dans leurs provinces, et les institutions de 1789 demeuraient à l'état de lettre morte!

Qui sait le nombre de bègues qui, découragés et fatigués des obstacles infranchissables que le bégayement plaçait partout sur leur chemin, ont mis fin à leurs jours? A en juger par la fréquence des confidences qui m'ont été faites sur ce sujet, leur nombre serait plus grand qu'on ne serait tenté de le croire.

Donc, que le bégayement soit une infirmité, une maladie ou un défaut de prononciation, la vérité est qu'il entraîne avec lui des conséquences d'une gravité exceptionnelle qui méritent d'attirer l'attention des hommes de cœur et de science.

Si l'existence de certains faits pathologiques est de date récente, il n'en est pas de même du bégayement.

Depuis l'époque la plus reculée où les hommes nous ont laissé le témoignage de leurs pensées, ils nous ont montré que le bégayement existait parmi eux.

C'est ainsi que les papyrus et les monuments égyptiens des premières dynasties nous fournissent la preuve évidente que le bégayement était connu d'eux. Et si nous consultons la Bible, nous voyons que l'un de ceux qui a joué le plus grand rôle dans l'histoire du peuple hébreu, Moïse, était atteint de bégayement (1).

Enfin, sans aller chercher si loin dans le passé, Aristote, Ésope, Virgile, l'empereur Claude, Louis II, Louis XIII, etc., pour ne citer que les plus anciens, étaient, s'il faut en croire les historiens, atteints de bégayement.

Le bégayement n'est bien certainement pas un nouveau venu parmi nous; voyons donc quelles en sont les causes.

D'une façon générale, on peut dire qu'il est le résultat d'une émotion violente quelconque, d'une impression cérébrale vive et inattendue. Cet ébranlement nerveux est ressenti d'autant plus vivement qu'il frappe d'ordinaire de tous jeunes organismes, car c'est le plus souvent dans la première enfance qu'il apparaît.

Un enfant de quatre ans, en se penchant à la fenêtre pour voir courir un chat sur une gouttière, perd l'équilibre et tombe d'un premier étage. On le relève légèrement meurtri, mais il lui est absolument impossible de parler sur le moment, tant le saisissement a été grand. Le lendemain, la parole lui revient, mais... il bégaye.

Un officier de spahis était un jour à la promenade avec quelques amis. Son fils, âgé de six ans, veut aller à la rencontre de son père, fait seller une monture et part. Mais il se trompe de route, et, ne voyant pas les promeneurs, il gagne un monticule pour les chercher du regard. Pendant qu'il explorait des yeux les environs, un fauve vint à passer à quelques pas de lui. L'enfant prend peur, tourne bride et rentre à fond de train au campement. On le descend de cheval et il raconte à son père, en tremblant de tous ses membres, qu'*il a vu une grosse bbbbbbbête noire, avec ddddddes moumoumoumoustaches coccoccocomme un chat.*

Dès ce moment, il est bègue.

Une fillette qui avait commis quelques peccadilles est enfermée dans un cabinet noir, et son père, dans l'intention de rendre la leçon plus profitable, grossit sa voix et lui annonce que le croquemitaine va venir la chercher. La fillette pousse des cris, le père fait la sourde oreille et, lorsqu'il pense que la punition a assez duré, il fait sortir l'enfant qui, pâle et défigurée par la frayeur qu'elle avait éprouvée, se jette à ses pieds en lui demandant *papapapardon*. Elle était bègue.

Un enfant de dix ans en rentrant de l'école de son village est suivi par un gros chien qui pousse des aboiements et veut lui mordre les mollets. L'enfant, effrayé, rentre en courant à la maison paternelle et, depuis ce moment, sa prononciation est saccadée, difficile. Il est bègue.

Je n'en finirais pas si je voulais énumérer toutes les circonstances dans lesquelles des enfants surpris par un événement qui leur a causé une vive émotion sont devenus bègues soit subitement, soit peu à peu.

Mais il n'y a pas que les frayeurs qui puissent causer le bégayement, et nombre d'enfants deviennent bègues par imitation. La chose se passe généralement de la manière suivante : un petit espiègle se moque d'un serviteur, d'un voisin ou d'un camarade atteint de bégayement en contrefaisant sa manière de parler.

Un paresseux, voyant que les instants de son professeur sont comptés, s'avise un jour d'hésiter dans la récitation de ses leçons qu'il n'a pas apprises du reste. Le professeur, qui ne peut employer tout son temps à faire réciter un seul enfant, le fait asseoir. Toutes les fois qu'on l'interroge, le petit paresseux feint de bégayer, si bien qu'au bout de fort peu de temps cette habitude est devenue pour lui absolument naturelle.

Il y a des enfants qui ont bégayé leurs premiers mots. Chez eux, la cause échappe aux investigations les plus minutieuses. Mais cependant, si on interroge la famille on apprend bientôt qu'ils ont eu des convulsions, — et il n'est même pas rare de constater chez eux un strabisme qui remonte bien

---

insuccès, lors de ses débuts oratoires. Plutarque nous rapporte que Démosthène était d'une complexion délicate, que sa voix était faible, que ses phrases étaient aussi longues, aussi embarrassées que son haleine était courte. C'est à acquérir les qualités qui font un bon orateur bien plus qu'à corriger un défaut de prononciation, qu'il se livra, par le travail opiniâtre que l'on sait, sous la direction du comédien Satyrus.

(1) Moïse dit : « Seigneur, je vous prie de considérer que je n'ai jamais parlé facilement et, depuis que vous avez commencé à parler à votre serviteur, j'ai la langue encore moins libre et plus empêchée. » Le Seigneur lui répondit : « Qui a fait la bouche de l'homme? qui a formé le muet et le sourd, celui qui voit et celui qui est aveugle? n'est-ce pas moi? Allez donc, je serai dans votre bouche, et je vous apprendrai ce que vous aurez à dire. — Je vous en supplie, Seigneur, repartit Moïse, envoyez un autre plus capable que moi. » Le Seigneur se fâcha contre Moïse et lui dit : « Je sais qu'Aaron votre frère, qui est de la tribu de Lévi, s'exprime aisément; il va venir au-devant de vous et quand il vous verra son cœur sera plein de joie. Parlez-lui et qu'il soit l'interprète de mes paroles. Je serai dans votre bouche et dans la sienne et je vous montrerai ce que vous aurez à faire. Il parlera pour vous au peuple, vous lui prescrirez ce qu'il faudra qu'il dise et il sera votre bouche. » (*La Bible, Exode*, 10-16.)

évidemment à la même cause, — qu'ils sont d'un tempérament extrêmement impressionnable, qu'un rien les effraye. Par suite de quelles circonstances ces enfants sont-ils devenus bègues? Il est bien difficile de l'expliquer. Mais il est permis de penser que les convulsions qu'ils ont éprouvées, ou l'état de nervosisme dans lequel ils sont, ont joué certainement un rôle considérable dans la production de leur bégayement.

D'autres fois, un des membres de la famille est lui-même atteint de bégayement. C'est là un bégayement héréditaire, disent quelques auteurs. Pour moi, je me contenterai de désigner ces deux cas sous le nom moins explicite de bégayement de naissance, car rien ne me paraît moins probable que l'hérédité dans le bégayement. Je pense, en effet, que le bégayement qui se produit chez un enfant dont les ascendants immédiats ou éloignés sont atteints eux-mêmes de la même infirmité tient ou à un état nerveux très développé chez l'enfant — qui a reçu probablement une impression vive — ou bien, à ce qu'il a appris à bégayer comme il aurait appris l'accent d'une langue étrangère par l'oreille, et dès lors ce cas rentre dans la catégorie des bégayements par imitation.

Le bégayement, cela est certain, peut donc survenir à la suite d'une peur, d'une chute, d'une émotion violente, ou par imitation, soit chez des sujets très nerveux, par suite de causes inconnues.

Quoi qu'il en soit, il n'apparaît que dans la première enfance, et il est très rare de le voir débuter, passé la douzième année.

Il se montre souvent d'une manière brusque, presque instantanément; d'autres fois, et c'est la majorité des cas, il apparaît peu à peu, tantôt précédé d'un bredouillement plus ou moins marqué, tantôt il débute par de légères hésitations qui vont chaque jour en augmentant de fréquence et d'intensité.

Je viens de dire que rarement le bégayement apparaît après la puberté. L'exception, la voici :

Nombre de prêtres deviennent bègues vers l'âge de vingt-cinq, trente, trente-cinq ans, et il est intéressant de suivre le développement de cette difficulté nouvelle de prononciation.

La question du sexe n'est pas indifférente dans la production du bégayement. Et bien que nous n'ayons que peu d'éléments d'appréciation, je crois pouvoir affirmer que le bégayement est notablement plus fréquent dans le sexe masculin que dans le sexe féminin. Tant dans ma pratique personnelle que dans celle de mon père, nous n'avons trouvé qu'un dixième de femmes bègues sur 2500 cas environ que nous avons observés.

Quant à la fréquence du bégayement chez les hommes, il est facile de l'établir au moins pour une certaine catégorie de la population masculine.

En 1873, mon père a été chargé par M. le ministre de l'instruction publique de dresser la statistique des conscrits qui, après examen des conseils de revision, ont été exemptés du service militaire pour cause de bégayement.

Pour la préparation de ce travail, il a compulsé avec soin tous les comptes rendus sur le recrutement de l'armée, depuis 1850, époque à laquelle les cas d'exemption pour cause de bégayement ont commencé à être notés, jusqu'en 1869 inclusivement, c'est-à-dire jusqu'au dernier compte rendu publié, à cette époque, par le ministère de la guerre.

Il a trouvé 13 215 conscrits qui ont été exemptés du service militaire comme bègues; soit une proportion de 6.32 pour 1000. Il faut remarquer que, pendant les années sur lesquelles ont porté ces recherches, le service militaire n'était pas obligatoire, et qu'il y a nombre de gens riches ou tout simplement dans l'aisance qui préféraient se faire remplacer à prix d'argent que de se présenter devant le conseil de revision, de peur que leur mise à la réforme ne vînt plus tard nuire à leur établissement. Remarquons, d'autre part, qu'on n'exempte que ceux qui sont extrêmement bègues et nous conclurons de tout cela que cette proportion de 6.82 pour 1000 n'est qu'un minimum, qu'on pourrait sans exagération la doubler, pour arriver à un chiffre approchant de la vérité.

Je ne veux pas entrer en ce moment dans l'étude de la distribution géographique de l'infirmité qui nous occupe, et je dirai seulement que le bégayement est plus fréquent au sud qu'au nord. C'est ainsi que l'on compte 9 conscrits bègues dans la Seine, quand on en compte, toutes proportions gardées, 37 dans le Rhône et 153 dans les Bouches-du-Rhône. J'ajouterai que les bègues deviennent de moins en moins nombreux du nord-ouest au nord-est, et qu'ils sont de plus en plus fréquents du nord-ouest au sud-est. Enfin, en étudiant les variations décennales subies par chaque département, mon père a montré que le bégayement avait augmenté en France et que c'était généralement dans le midi que les augmentations s'étaient fait sentir, et que le sud-est est surtout très maltraité puisque dans les départements des Bouches-du-Rhône, du Var, des Basses-Alpes, etc., on trouve 15 bègues sur 1000 examinés!

On est généralement étonné d'apprendre que le bégayement est plus fréquent chez les hommes que chez les femmes. Il semblerait que le sexe féminin étant plus nerveux, plus impressionnable que le sexe masculin, devrait être plus prédisposé que tout autre à une affection qui évidemment survient de préférence chez les sujets très sensibles aux actes réflexes.

Mais si l'on considère les causes occasionnelles du bégayement, on voit que le petit garçon est plus exposé aux peurs, aux chutes, à tous les accidents qui peuvent amener des émotions vives quelconques, que la petite fille qui passe ses journées tranquillement à la maison.

Par contre, les vices de prononciation, tels que la blésité, le zézayement, sont très fréquents chez les femmes, alors que les hommes en sont rarement atteints. La cause en est dans des circonstances d'un ordre tout particulier.

La fillette qui, sous l'œil maternel, joue avec sa poupée, remplace souvent dans certains mots la consonne douce par la consonne forte correspondante, elle dit par exemple *seval* pour cheval, *zenou* pour genou, *chlla* pour ça, etc. Or cette prononciation qui ajoute encore quelque chose d'enfantin à son gracieux babil est rarement relevée, corrigée par la mère qui trop souvent, au contraire, l'encourage en l'imi-

tant elle-même; et il arrive quelquefois qu'on ne s'aperçoit que cette manière de parler est ridicule que lorsque l'enfant est déjà grandette. Mais alors toutes les remontrances sont superflues, l'habitude est prise, et il faudra des exercices spéciaux de langage pour faire disparaître le défaut de prononciation qui, je me hâte de le dire, cède toujours à des soins éclairés.

Toute différente est l'éducation du petit garçon, qui, placé de bonne heure au collège, se corrige généralement tout seul des négligences de prononciation auxquelles il aurait des tendances à se laisser aller, guidé en cela par la crainte d'exciter la moquerie de ses espiègles camarades.

Si l'on voulait définir le bégayement d'après les symptômes divers qu'il accuse à nos yeux, la définition serait bien longue et manquerait de précision, car rien n'est plus variable, et, j'ajouterai, plus trompeur. Il est tel bègue, en effet, qui fait pour prononcer la moindre syllabe une série de grimaces et de contorsions à n'en plus finir, dont le spectacle absorbe toute l'attention de l'observateur, alors que cette mise en scène a fort peu d'intérêt au point de vue de la nature même de l'infirmité et, par suite, du pronostic du traitement.

Il suffira donc de signaler simplement les symptômes qui se présentent.

Et d'abord il peut arriver que, par suite du peu d'intensité du bégayement ou du tempérament même du sujet, on ne note sur son visage aucune trace de sa difficulté de parler. Chez d'autres, au contraire, le masque est horriblement convulsionné, la figure est hideusement grimaçante, les veines du cou sont gonflées, la bouche reste béante, et des mouvements choréiques soit des membres, soit de certains muscles de la face, viennent ajouter encore leur triste cortège à tout cela.

Mais c'est moins sur la partie grimaçante qu'il faut porter son observation, que sur la façon dont la respiration s'exécute, et c'est sur la manière dont les mots sont prononcés qu'il faut réserver toute son attention.

Quiconque examine attentivement un bègue s'aperçoit bientôt que le rythme respiratoire est détruit chez lui.

Pour que la parole se produise d'une façon normale et facile, il faut absolument qu'elle ait lieu pendant l'expiration.

Or voyez ce qui se passe chez des bègues.

Celui-ci veut parler pendant l'inspiration à la façon des ventriloques, et de plus, au lieu de prendre l'inspiration naturellement et sans effort, il aspire l'air violemment, bruyamment. Il prononce pendant ce temps les premières syllabes du mot dans une sorte de jappement, mais les syllabes suivantes sont forcément arrêtées. Il recommence une fois, deux fois; il recommence jusqu'au moment où, faisant un grand effort sur lui-même, il prend une grande inspiration — aspirée comme toujours, — prononce comme tout à l'heure les premières syllabes du mot. Puis, se trouvant arrêté et ayant encore la poitrine pleine d'un air soumis à une pression considérable, il veut se débarrasser de ce poids qui, dans sa pensée, met obstacle à sa parole; mais, cette fois, au lieu de contracter les muscles inspirateurs, il fait cesser la contraction et le reste de la phrase s'échappe dans une sorte de soupir.

Ce bégayement est de beaucoup le plus pénible pour ceux qui en sont atteints. Cette respiration tour à tour haletante, entrecoupée, les fatigue, et ils accusent tous un sentiment de gêne, d'oppression à la poitrine, qui les empêche de parler longtemps.

C'est la forme de bégayement que nous appelons *bégayement inspiré*.

Voici un autre sujet. Celui-ci parle pendant l'expiration, mais il s'y prend mal et ne sait pas utiliser pour la phonation l'air qui a été introduit dans ses poumons par une inspiration plus ou moins normale, mais suffisante cependant.

Au lieu de commencer à parler dès qu'il commence à *expirer l'air*, comme cela se fait à l'état physiologique, il laisse perdre une grande partie de l'air en pure perte, non pas qu'il n'ait pas l'intention de s'en servir, mais parce que les organes phonateurs n'obéissent pas, que ses cordes vocales ne vibrent pas. Lorsqu'enfin il parvient à faire entendre un son, il n'a presque plus d'air dans la poitrine. Il veut néanmoins profiter de ce qu'il est lancé pour finir sa phrase; mais, sous l'effort violent qu'il fait pour pousser les syllabes les unes sur les autres, il use bientôt toute sa provision d'air, il pousse toujours, il pousse jusqu'à ce que la dernière vésicule pulmonaire se soit vidée du dernier globule d'air, car il a devant les yeux la peur de ne pouvoir recommencer sa phrase. Il arrive ainsi épuisé, essoufflé, au bout de sa provision d'air, sans avoir pu prononcer autre chose que quelques syllabes étouffées, péniblement prononcées. Au vide complet de sa poitrine succède naturellement une respiration plus copieuse, qui lui suffirait amplement pour prononcer toute une phrase; mais le même phénomène se produit, il dépense encore en pure perte, sans s'en servir, la plus grande partie de l'air inspiré. Et les choses se répètent ainsi jusqu'au moment où, dans un effort vigoureux de volonté, il oblige ses cordes vocales à vibrer. Il pourrait donc profiter ainsi de tout l'air qu'il a amassé dans ses poumons. Mais l'habitude qu'il a contractée de vouloir parler tant qu'il lui reste un peu d'air dans la poitrine l'entraîne à commettre la même faute, et sa diction, si elle a été possible, est toujours saccadée, entrecoupée et pénible pour lui et pour ses auditeurs.

Voici encore un autre sujet. Celui-là, au lieu de diriger dans la bouche le courant d'air de l'expiration, le dirige dans les fosses nasales. Il est bien évident dès lors que, lorsque ce fait se produit, aucune syllabe ne peut être prononcée, surtout si l'expiration est entièrement lancée dans le nez. Cela va encore à peu près pour un grand nombre de consonnes, tant que le courant d'air n'est que divisé entre la bouche et les fosses nasales; mais il y a cependant certaines consonnes qui réclament l'emploi pour être prononcées et d'une grande précision et d'une grande quantité d'air.

Celles-là sont forcément impossibles à dire et c'est alors que nous voyons ces bègues s'arrêter sur les consonnes explosives jusqu'à ce que l'impulsion aérienne soit assez puissante pour détacher les lèvres dans le P, abaisser la langue dans T et K,

Ce bégayement est désigné sous le nom de *bégayement expiré* et sa première forme prend le nom de bégayement expiré *par anticipation*, et la deuxième de bégayement expiré *nasal*.

Enfin, il est bien évident que le bégayement n'est pas toujours aussi nettement caractérisé que nous venons de le décrire, et qu'il peut arriver qu'il se produise tantôt pendant l'inspiration, tantôt pendant l'expiration. C'est à cette forme que nous avons tout naturellement donné le nom de *bégayement mixte*.

Je disais, lorsque j'ai décrit à grands traits les perturbations dont le visage du bègue est le théâtre, que j'attachais peu d'importance à cette manifestation, parce qu'elle variait considérablement selon les individus et qu'elle n'était d'aucun secours pour établir un pronostic raisonné. J'ai voulu parler évidemment des grimaces et des contorsions dont l'explication est très facile à donner lorsqu'on s'est rendu compte de la nature du trouble respiratoire qui les provoque. Mais il y a des troubles de motilité dont nous tenons au contraire un grand compte, et comme ils se présentent indépendamment du trouble respiratoire, ou, du moins, dans le bégayement inspiré et dans le bégayement expiré, nous avons cru bon de ne pas les mêler dans la description que nous avons faite de chacun de ces cas et de leur réserver même quelques lignes à part dans cette étude.

Les troubles de motilité ont pour siège la langue et les lèvres. Peut-être se produisent-ils également sur les cordes vocales, mais nous n'avons jamais pu nous en assurer, vu l'impossibilité de porter un miroir dans le larynx pendant ce temps-là.

Ces troubles moteurs qu'il ne faut pas confondre avec des tics de la face affectent tantôt la forme tonique, tantôt la forme clonique; il y a tantôt contracture musculaire passagère, tantôt agitation convulsive.

C'est naturellement sur les lèvres qu'il est le plus facile de constater ces troubles de motilité et il est bon de noter qu'ils ne se produisent pas simultanément chez le même sujet, et que ceux qui ont ce que nous appellerons des contractures labiales n'ont pas d'agitation convulsive et réciproquement.

Ces troubles se produisent tout naturellement à propos d'une lettre qui nécessite le concours des lèvres, et le trouble est d'autant plus grand, d'autant plus marqué et cause d'autant plus d'embarras dans le langage que le fonctionnement de l'organe devrait être plus précis et plus effectif.

Les troubles de motilité revêtent très rarement la forme convulsive lorsqu'ils ont pour siège la langue. C'est alors surtout la contracture que l'on remarque. Cette contracture m'a paru ne pas atteindre l'organe tout entier, mais seulement la portion qui est en jeu. C'est ainsi que, dans les linguo-palatales, les linguo-dentales pour lesquels la pointe seule de la langue joue un rôle, la raideur tétanique dont la langue est le siège porte exclusivement sur l'extrémité libre de cet organe. Pour les gutturales, qui nécessitent une action directe et efficace de la base de la langue, c'est seulement dans cette partie que l'action se produit.

Je ne pourrais cependant pas l'affirmer d'une manière absolue, mais il m'a semblé que les choses se passaient ainsi.

Si nous étudions maintenant les manifestations du bégayement dans les combinaisons phonétiques que présente le langage, nous voyons que, d'une façon générale, les voyelles sont plus faciles à prononcer que les consonnes.

Et cela est aisé à comprendre, les voyelles sont les sons les plus simples. Elles ne demandent pour être prononcées que l'action du larynx, et si l'ouverture de la bouche et la disposition du canal oral jouent un très grand rôle dans leur prononciation, il n'en est pas moins vrai que ce rôle est, pour ainsi parler, un rôle de perfectionnement; elles donnent un cachet spécial, une physionomie plus distincte, plus finie, au son produit par le larynx; mais c'est tout.

Pour les consonnes, il en est autrement; elles n'existent que par suite de dispositions spéciales données au canal oral, grâce à des mouvements des lèvres ou de la langue. Elles sont, pour ainsi dire, les accidents arrivés au son laryngien. Dès lors, si les lèvres ou la langue sont le siège de troubles de motilité, si ces organes, ayant à exécuter un mouvement difficile, obéissent mal ou n'obéissent pas du tout, il s'ensuit que la consonne sera mal prononcée, qu'il y aura hésitation, arrêt de la voix, bégayement, et cela est si vrai que les consonnes diphthongues sont encore plus difficiles à prononcer que les consonnes simples. Les combinaisons avec la consonne L (BL, PL, VL, FL, GL, CL,) et surtout avec la liquide R (BR, PR, DR, TR, GR, CR,) sont fort *souvent* pour les bègues la cause de très grandes difficultés.

Mais si les voyelles sont plus faciles à prononcer que les consonnes, il ne s'ensuit pas qu'elles ne sont jamais bégayées. Tantôt, en effet, elles sont prolongées indéfiniment dans une sorte de bêlement (E—rnest), tantôt elles sont répétées (Eeeeeeernest); tantôt, enfin, elles ne sont prononcées qu'à la suite d'un effort et elles sont pour ainsi dire *butées*. Je ne reviens pas, bien entendu, sur la façon dont elles peuvent être prononcées, c'est-à-dire pendant l'inspiration ou pendant l'expiration; il est évident que cela dépend de la nature même du bégayement.

C'est donc sur les consonnes, comme je le disais plus haut, que le bégayement se produit le plus fréquemment. Chacun sait que certaines lettres présentent en général plus de difficulté que d'autres. De ce nombre sont : M, B, P, D, T, K; mais il est à remarquer que cette difficulté n'est pas constante. Elle ne se reproduit pas toujours et fatalement. Rien, en effet, n'est plus intermittent que le bégayement, et c'est un des points caractéristiques de cette infirmité, auquel on n'attache pas d'ordinaire la valeur qu'il présente. Beaucoup d'auteurs pensent qu'un embarras de parole peu marqué, passager, intermittent, n'est pas du bégayement; c'est une grave erreur.

Le bégayement ne réside pas plus dans une difficulté considérable de parler que dans la continuité de cette difficulté de langage; il peut être plus ou moins accentué, il varie depuis le plus léger arrêt de la parole jusqu'au mutisme le plus complet. Mais une chose qui existe chez tous les bègues,

c'est l'intermittence considérable des manifestations de leur infirmité.

Cette intermittence est aussi capricieuse que la difficulté elle-même et ni l'une ni l'autre n'obéissent à aucune causalité.

La difficulté est si variable qu'il suffit quelquefois de dire en même temps — ou quelquefois avant le bègue — le mot qui lui cause de l'embarras pour lui rendre facile la prononciation de ce mot. D'autres, en répétant une deuxième, une troisième fois, le diront mieux que la première. Pourquoi cela? Serait-ce parce qu'ayant répété deux ou trois fois le même mot, ou l'ayant entendu prononcer, les organes sont mieux préparés à le répéter? Non pas; il y a là une influence mentale que nous allons étudier et qui, je dois le dire, a une portée immense; car c'est souvent à cette préoccupation de ne pouvoir dire, à cette persuasion où le bègue se trouve de ne pouvoir parler, qu'il voit son infirmité s'aggraver dans certaines circonstances.

Nous n'apprendrons rien de nouveau lorsque nous dirons que certains bègues mis en présence de quelqu'un qui leur impose, ou simplement obligés de parler à une personne peu familière ou inconnue, bégayent plus que s'ils parlent à des parents, à des amis, qui connaissent leur difficulté de parler, qui les écoutent avec patience, et avec lesquels ils parlent sans la moindre émotion. Je dois dire pourtant qu'il n'en est pas de même chez tous, et je pourrais citer des cas fort nombreux où des personnes atteintes d'un bégayement parfaitement indiscutable parlaient sans la moindre difficulté si elles avaient à le faire dans des conditions un peu solennelles, ou tout au moins lorsqu'elles s'observaient.

L'influence de l'état mental est donc indéniable; tantôt elle a pour conséquence d'augmenter le bégayement; tantôt, au contraire, elle le diminue et le fait quelquefois disparaître en entier.

Il y a même une catégorie de bègues qui ont l'esprit tellement préoccupé de leur infirmité qu'ils s'avouent vaincus d'avance et lorsqu'ils voient arriver, soit dans une phrase écrite, soit dans une phrase parlée, un mot ou une lettre qu'ils ont l'habitude de mal prononcer, ils s'arrêtent court et déclarent qu'ils savent qu'ils ne pourraient pas dire tel ou tel mot. Et en effet, si on les engage à essayer de le dire, ils se butent contre la syllabe et ne parviennent jamais à la prononcer.

Mais si, distraits par une autre pensée, la syllabe en question a été dite à leur insu, ils la prononcent souvent sans bégayer.

Il est fort peu de bègues qui ne voient leur difficulté de langage s'amender considérablement et quelquefois même disparaître entièrement, lorsque, étant seuls dans une chambre, ils lisent ou parlent à haute voix.

Voyez ce petit garçon qui joue avec son chien et qui lui parle si nettement et sans la moindre hésitation.

Voyez cette petite fille qui fait les interminables conversations que vous savez avec sa poupée. Tous deux sont bègues, et cependant ni l'un ni l'autre ne bégayent dans ces circonstances. Mais, si vous venez seulement à les interpeller pour leur poser la question la plus simple, le bégayement reparaît.

A quelle influence doit-on attribuer cette différence? Pour moi, cela ne fait pas de doute, c'est à une influence mentale réflexe. L'enfant se sent parfaitement à l'aise, il ne craint ni les remontrances ni les observations; il est rehaussé dans sa propre confiance, car il sait qu'il est le maître, c'est lui qui commande. Et, si nous jetons les yeux autour de nous, nous voyons nombre d'hommes de talent qui ne savent pas faire valoir leurs connaissances, ils n'ont pas confiance dans leur propre force, et lorsqu'une occasion de se montrer se présente, leurs actions sont hésitantes et bégayées, si je puis m'exprimer ainsi.

Enfin il y a d'autres personnes qui ont coutume de placer devant les syllabes qui leur sont difficiles certaines expressions, certains mots qui, dans leur pensée, servent à faire glisser la consonne rebelle. Il en résulte quelquefois les quiproquos les plus amusants. Je me souviens notamment d'un bègue qui avait l'habitude de placer ce membre de phrase : *et mais oui* devant tous les mots difficiles, quels qu'ils fussent, ce qui prêtait parfois à sa pensée juste le sens opposé à celui qu'il voulait lui donner.

L'influence psychique est donc très grande sur le bégayement, mais nous allons voir maintenant s'il n'y a pas d'autres circonstances qui ont également une action plus ou moins directe sur lui.

Je commencerai par dire que, le plus ordinairement, les mêmes causes n'ont pas toujours les mêmes effets chez tous les bègues et qu'il arrive souvent que chez les mêmes sujets certaines causes ont des effets inconstants, quelquefois même opposés.

Je ne connais guère qu'une circonstance dont l'action soit à peu près toujours égale, c'est le chant. Dans la parole chantée ou tout simplement rythmée, comme le récitatif de nos opéras, le bégayement n'existe qu'à de très rares exceptions. Ce caractère est aussi précis que celui de l'intermittence, si bien que, si j'avais à formuler en quelques mots une définition du bégayement, je pourrais à la rigueur me contenter de dire que c'est une difficulté d'articuler les mots, qui se montre d'une manière très intermittente dans la voix parlée et qui est extrêmement rare dans la voix chantée ou rythmée.

Et je tiens à associer ici l'influence du rythme à celui du chant, car non seulement leurs effets sont les mêmes sur les bègues; mais parce que le chant, ramené à son élément le plus simple, la cadence, entre pour une large part dans l'application des moyens que j'emploie pour faire cesser le bégayement.

Il arrive, en effet, que dans la déclamation des vers la cadence poétique et la variété des intonations qui donnent à la diction un caractère bien différent de celui de la conversation familière font disparaître le bégayement.

Bien plus, il suffit souvent de parler ou de lire en même temps qu'un bègue pour lui rendre par cela même la parole ou la lecture plus facile. Cet accompagnement est une sorte de soutien, de guide, qui dans un grand nombre de cas apporte un soulagement incontestable.

En général, la lecture et la récitation sont plus faciles que la conversation, surtout si elles sont faites à voix basse.

Car c'est un fait intéressant à remarquer et qu'on explique fort bien pour peu qu'on y réfléchisse, que chez tous les bègues dont la difficulté est accompagnée de spasmes glottiques, l'articulation à voix basse, en diminuant le jeu des cordes vocales, supprime par cela même une circonstance productrice du bégayement.

J'arrive aux fameuses influences physiques, je veux parler des saisons, des phases de la lune, de la température, des variations atmosphériques, etc., etc. Il y a des bègues qui prétendent sérieusement que leur difficulté de parler est plus grande en hiver qu'en été, au printemps qu'à l'automne, à la pleine lune qu'à l'un de ses quartiers, lorsqu'il fait humide que lorsqu'il fait sec, lorsqu'il fait de l'orage que lorsque le temps est calme, le soir que le matin, après le repos qu'avant, etc., etc.

Je dirai tout franc que je n'y attache pas une grande importance et qu'à cet égard, ils sont quelquefois victimes de leur imagination. Il y a cependant des circonstances de l'ordre physique qui agissent d'une façon indiscutable sur l'intensité de leur bégayement, mais il est bien difficile d'en connaître la nature exacte.

Il y a des jours où l'on a l'intelligence moins ouverte, où l'on est moins habile, moins dispos que d'autres. Pour quel motif? il est bien rare qu'on le sache.

Je pense donc qu'il en est de même pour les bègues, et que cette sensibilité aux agents extérieurs n'est pas inhérente à leur bégayement; mais il est bien certain que ces jours-là auront une influence toute particulière sur leur parole.

Il y a cependant une circonstance que je tiens à faire ressortir : c'est l'influence barométrique. Non pas qu'elle soit sensible pour tous, mais parce qu'elle me paraît vraisemblable et que je l'ai souvent notée. Beaucoup de bègues m'ont déclaré spontanément que, par des temps orageux où l'atmosphère est chargée d'électricité, ils éprouvaient une plus grande gêne à s'exprimer.

Je m'explique la chose et je la tiens pour parfaitement exacte. Mais je ne crois pas, comme je le disais tout à l'heure, que ces circonstances, qui pour les bègues sont des causes d'aggravation dans leur état, soient spéciales à leur difficulté de parole, mais qu'elles sont communes à l'humaine nature.

Il en est de même pour l'ivresse et la colère.

Il y a nombre de bègues qui éprouvent un soulagement marqué lorsqu'ils sont sous l'influence de l'alcool, ou d'un sentiment très vif de colère. Mais il y en a d'autres qui, dans des circonstances analogues, éprouvent une aggravation de leur état, si bien qu'il leur est quelquefois impossible d'articuler la moindre syllabe.

Mais n'en est-il pas de même chez tout le monde? Il y a des personnes qui, passez-moi l'expression, lorsqu'elles ont une petite pointe de vin, se trouvent d'une loquacité, d'une vivacité d'esprit tout à fait inusitée.

D'autres, au contraire, au moindre écart de régime, deviennent tristes et moroses; la langue est embarrassée, la figure perd l'expression d'intelligence qu'elle a d'ordinaire; ils sont incapables de penser.

Il y a enfin des personnes qui parlent parfaitement lorsqu'elles sont calmes et posées, et qui, lorsqu'elles viennent à céder à un mouvement de colère, deviennent incapables d'articuler nettement leurs pensées; les phrases sont décousues, les mots entrecoupés, et si la colère arrive à son paroxysme, ils ont les yeux hagards, la face vultueuse ou horrible, pâle, sans pouvoir prononcer une seule syllabe.

La colère et l'ivresse n'agissent donc pas d'une manière spéciale sur le bégayement.

Enfin, pour terminer, je citerai pour mémoire seulement le dire de MM. Boyard et Bougarel, qui ont fait des expériences dans le but de démasquer la supercherie de quelques conscrits qui simulent le bégayement pour être exempt du service militaire(1). D'après eux, le bégayement augmente pendant l'ivresse chloroformique; dans le cas de simulation, au contraire, il serait supprimé par le fait de l'action de l'agent anesthésique qui annihile la volonté. Ces expériences n'ont, à mon sens, aucune valeur scientifique. Je ne les ai pas répétées, car je réprouve les expérimentations de cette nature; mais je leur opposerai des faits nombreux de bègues qui ne bégayent pas dans l'état de rêve qu'on peut rapprocher évidemment du sommeil chloroformique.

J'en ai fini avec les circonstances qui paraissent agir sur le bégayement pour en modifier l'intensité, et si je me suis étendu si longtemps sur ce point pour arriver à cette conclusion négative que toutes ces influences ne sont pas spéciales aux bègues et qu'on les constate chez ceux-là même qui parlent le mieux, c'est que j'ai cru bon de réfuter des erreurs qui sont malheureusement trop répandues, à savoir que les bègues ont une organisation spéciale qui les expose à éprouver des influences toutes particulières.

C'est dans ce même ordre d'idées qu'on a voulu faire d'eux tantôt des individus de peu d'intelligence; tantôt, au contraire, qu'on les a exaltés au point de dire que, s'ils bégayaient, c'est qu'ils étaient trop intelligents et que la surabondance de leurs pensées n'étant pas en rapport avec l'organisation de l'appareil articulateur, il en résultait un conflit et que ce conflit était cause de tout le mal.

La vérité est que les bègues ne sont ni plus ni moins intelligents que les autres hommes. J'en connais qui évidemment sont d'une intelligence médiocre, mais ce n'est pas à leur bégayement qu'il faut s'en prendre; j'en connais d'autres, et en grand nombre, qui sont d'une intelligence aussi vive et aussi belle qu'il soit possible de le désirer.

Toutes ces considérations nous amènent naturellement à nous demander comment se produit le bégayement et quel en est le siège.

Pour résumer d'un mot tout ce qui a trait aux causes occasionnelles du bégayement, je dirai que c'est à une impression vive qu'il faut le plus souvent attribuer l'apparition de cette infirmité.

(1) H. Boyard, *Ann. d'hyg. et de méd. lég.*, 1re série, t. XLII, p. 208; 1849. — Bougarel, *Union médicale*, 1847, p. 628.

Mais, dira-t-on, comment se fait-il qu'une impression vive, qu'une frayeur puisse causer le bégayement? C'est ce que je ne saurais expliquer. Pas plus que, dans l'état actuel de la science, nous ne connaissons la genèse de la chorée et de bien d'autres affections nerveuses.

Mais il est possible d'étudier de quelle nature est le trouble apporté dans les organes mis en jeu pour accomplir l'acte de la parole. Cette étude nous servira à la fois à assigner la cause physiologique du bégayement et à le localiser, s'il y a lieu.

Parler comprend trois actes principaux :

L'élaboration d'une pensée,

La volonté de l'exprimer,

Et la transmission de cette pensée par l'intermédiaire des organes phonateurs et articulateurs.

Or nous avons vu que l'intelligence des bègues ne laisse rien à désirer, nous avons vu également qu'aucun des organes qui jouent un rôle dans la parole n'était atteint dans son fonctionnement essentiel.

Il ne reste donc plus qu'à examiner s'il n'y aurait pas dès lors un manque de concordance entre ces différents appareils qui évidemment doivent agir de concert.

Or, nous l'avons vu, c'est précisément dans une sorte de manque de synchronisme que résident les troubles que nous avons notés chez les bègues.

Celui-ci veut parler lorsqu'il n'a pas d'air dans la poitrine. Celui-là laisse échapper, par les fosses nasales, la plus grande partie de l'air qui devrait passer normalement par la bouche; cet autre veut parler pendant l'inspiration; cet autre enfin ouvre la bouche pour parler, puis, tout à coup, il est saisi de crainte, renonce à la parole, change sa phrase et finalement reste la bouche béante.

En d'autres termes, lorsque le cerveau est disposé à commander, les organes phonateurs ne sont pas prêts à obéir, et réciproquement.

Tout cela ne revient-il pas à dire qu'il y a désaccord entre les organes de la pensée et de la volonté et ceux qui doivent la mettre en œuvre?

C'est donc un trouble essentiellement physiologique qu'il n'est pas plus rationnel de dire d'origine centrale que d'origine périphérique; il tient des deux à la fois.

Cette question d'origine ainsi posée, je ne fais pas la moindre difficulté de reconnaître que le bégayement est surtout sous l'influence du système nerveux central par les influences psychiques dont j'ai donné plus haut la description.

Je ne veux pas aborder aujourd'hui la question du traitement, mais je ne puis m'empêcher de dire cependant que, si chez certain sujet je m'attache tout particulièrement à guérir le moral, à fortifier l'acte cérébral plus encore qu'à rétablir le fonctionnement régulier des organes phonateurs, il n'en est pas moins vrai qu'il faut travailler et travailler sérieusement à faire marcher de pair ces deux études. S'occuper du système central seul, ou s'occuper du système musculaire seul, n'amènerait aucun résultat; c'est à rétablir l'harmonie entre ces deux fonctions qu'on doit s'attacher. On n'obtiendra la disparition du bégayement qu'à ce prix.

Le défaut d'harmonie entre le cerveau et les organes vocaux étant une fois admis comme origine du bégayement, la question de la localisation est évidemment bien simplifiée.

Et d'abord, je dois dire qu'il n'y a pas de lésions organiques possibles. Que serait, en effet, une lésion paraissant ou disparaissant avec la rapidité de l'éclair, se montrant dans la voix parlée et disparaissant dans la voix chantée? Tout ce qu'il soit possible de faire à cet égard, c'est de rechercher dans quelle partie du cerveau il est raisonnable d'assigner le lieu de production du trouble de fonctionnement causé par le bégayement.

Sera-ce dans la troisième circonvolution frontale gauche dans laquelle M. Broca a localisé la faculté du langage articulé? Sera-ce, comme le pense M. Follet (1) de Lille, dans le point des centres nerveux correspondant à l'origine des nerfs qui animent les groupes musculaires affectés et qu'il localise dans la portion moyenne de la substance grise du bulbe rachidien?

Sera-ce dans l'olive, où Dugès et, après lui, Schrœder van der Kolk ont placé le centre des mouvements des sons articulés et que le regretté Duchesne (de Boulogne) me disait un jour, dans une de ses savantes et charmantes causeries dont il avait le secret, devoir être probablement le siège du bégayement?

Je l'ignore. Mais je pense que c'est faire fausse route que de chercher à localiser le bégayement en l'assimilant aux convulsions fonctionnelles dont la crampe des écrivains et des télégraphistes est le type le plus connu ou aux troubles de la parole des paralysies générales progressives et des paralysies labio-glosso-laryngées.

En effet, pour ce qui est du rapprochement qu'on a fait entre le bégayement et la crampe des écrivains, il suffit, pour voir qu'il est plus apparent que réel, d'étudier ces deux infirmités dans leur détail.

Assurément les spasmes toniques ou cloniques que nous remarquons chez les bègues ne se produisent qu'à propos de la phonation. Mais c'est là le seul point de ressemblance et, à l'inverse de ce qui se produit dans les convulsions fonctionnelles, il ne serait pas exact de dire que jamais l'action de parler n'a lieu sans amener de spasmes. Et tout d'abord, il est des bégayements qui ne sont pas accompagnés de spasmes; d'autre part, il est un fait avéré que les bègues les plus terriblement atteints de spasmes éprouvent des rémittences fréquentes et quelquefois même de longue durée, je veux dire qu'il leur arrive souvent de parler sans bégayer et par conséquent sans provoquer de spasmes.

Enfin, quelle différence il y a-t-il dans la voix parlée et dans la voix chantée au point de vue du fonctionnement de l'appareil musculaire qui entre en jeu? Aucune. Et cependant, je l'ai dit, le bégayement dans la voix chantée est si rare qu'on peut presque dire qu'il n'existe pas.

J'ajouterai encore que les convulsions fonctionnelles du genre de la crampe des écrivains sont le résultat d'une fa-

(1) *Physiologie pathologique des convulsions fonctionnelles et en particulier du bégayement*, par le docteur Follet, de Lille. Liège, 1873.

tigue par suite de l'exercice trop répété de la fonction et qu'elles se produisent toutes les fois qu'il s'agit d'exercer la fonction, sans laisser au malade les intermittences que le bègue éprouve d'une façon si marquée.

Enfin, et c'est un fait important à signaler, et qui montre bien le manque absolu d'analogie entre ces deux affections, le bégayement ne s'implante pas pour toujours dans l'organisme, comme c'est le cas pour les convulsions fonctionnelles. J'ai les mains pleines de faits probants à cet égard, qui prouvent que le bégayement est radicalement guérissable chez la grande majorité des sujets et que, pour les cas rebelles, l'amélioration est considérable.

On a tort également de rapprocher le bégayement dont je veux parler, c'est-à-dire du bégayement débutant dans le premier âge, de celui qu'on observe dans les différentes formes de paralysies, car toutes sont le résultat d'excès de quelque nature et apparaissent, par conséquent, dans l'âge adulte, alors que le bégayement ne relève jamais de cause de ce genre et apparaît toujours dans la première enfance, sauf l'exception du bégayement des prêtres dont j'ai expliqué le mécanisme de production.

Le mot bégayement dans notre vocabulaire actuel signifie, à la vérité, trouble de la parole, difficulté d'articulation ; mais il n'est qu'un symptôme lorsqu'on a affaire à une paralysie, tandis qu'il constitue à lui tout seul l'infirmité lorsqu'on l'envisage chez des sujets sains et bien portants.

Pour moi donc, le bégayement est une névrose, mais une névrose *sine materia,* comme la chorée avec laquelle il présente plus d'un point de ressemblance.

Et puisque nous en sommes aux comparaisons, qu'il me soit permis de rechercher s'il n'y a pas dans d'autres organes que ceux de la parole des troubles analogues au bégayement, s'il n'y a pas, en un mot, d'autres organes qui bégayent.

Un médecin anglais fort distingué, le docteur J. Paget, de Londres, a fait précisément, à l'association médicale britannique, en 1868, une très intéressante communication sur ce sujet (1).

« Le bégayement des organes urinaires n'est pas rare, dit-il. Dans ce cas, le malade peut souvent expulser l'urine sans aucun obstacle, surtout s'il accomplit cette fonction dans le temps et au lieu ordinaires. Dans ce cas, le jet est franc et fort, irréprochable; mais, en d'autres moments, il éprouve toutes les angoisses qu'il subirait s'il était affecté du rétrécissement le plus caractérisé. Il ne peut émettre une seule goutte d'urine; ou bien, après l'émission de quelques gouttes, il éprouve une douloureuse résistance, et plus il fait d'efforts, moins il obtient d'effets.

« Le bégayement de la vessie a donc lieu dans des conditions identiques à celles du bégayement de la parole.

« Il n'y a pas de pires bègues que ceux qui peuvent causer ou lire couramment à haute voix quand ils sont seuls ou avec des personnes de leur intimité. Leur plus mauvais moment est lorsqu'ils se trouvent, soit avec des étrangers, soit avec des personnes ou dans un lieu qui se tient dans leur pensée avec l'idée du bégayement.

« Il en est tout juste de même pour le bégayement vésical ou uréthral. Un malade me disait que, malgré l'intégrité habituelle de sa fonction d'excrétion urinaire, il y avait telle personne avec laquelle il ne pouvait se résoudre à se promener, parce qu'une fois, étant en sa compagnie, il avait eu besoin d'uriner, s'était écarté pour le faire et n'avait pu y parvenir. Son expérience des effets de l'association des idées lui donnait la certitude que, s'il se retrouvait jamais dans semblable occurrence, il subirait le même échec avec une intensité encore plus grande.

« Un autre malade, homme d'église, se sondait toujours avant de se rendre à son prêche. Sa vessie avait souvent été le siège de troubles nerveux et, ayant une fois ou deux éprouvé le besoin d'uriner en prêchant, il s'était trouvé, après un sermon, incapable de satisfaire ce besoin. Il me disait qu'il était sûr que, s'il montait en chaire sans avoir la certitude d'avoir vidé complètement sa vessie à l'aide de la sonde, il serait tourmenté par l'envie d'uriner. Semblable au bègue qui ne peut articuler un seul mot, il n'avait pu émettre une seule goutte d'urine.

« Le traitement du bégayement des organes urinaires, dit en terminant le docteur Paget, offre des difficultés semblables et égales à celles qu'on rencontre dans le bégayement de la parole. Il faut que le malade se soumette lui-même à une éducation qui le conduise à exercer un contrôle efficace sur son pouvoir musculaire et à combattre ses dispositions mentales. »

Voilà donc une simple action réflexe qui paralyse une fonction qu'aucune lésion n'empêche d'exécuter normalement. Ici, comme dans le bégayement de la parole, c'est l'influence mentale qui joue le principal rôle. N'en est-il pas d'ailleurs ainsi dans une infinité de cas? L'imagination domine beaucoup de fonctions de l'organisme. On peut même dire que toutes les fonctions de l'organisme lui sont soumises. Je pourrais citer beaucoup d'autres exemples, mais il me semble que ceux que je viens de fournir suffisent à prouver qu'il n'est pas besoin d'inventer des lésions organiques pour trouver l'explication de l'apparition ou de l'aggravation de certains troubles fonctionnels et qu'il ne faut souvent en accuser que la *folle du logis*.

Dr CHERVIN.

(1) Voir la traduction dans la *Revue des cours scientifiques,* 6e année, n° 17. 1869.

GÉOMÉTRIE

Procédés approchés de rectification de la circonférence du cercle.

Nous croyons devoir signaler ici trois procédés approchés de rectification qui permettent de développer en ligne droite par une construction géométrique la longueur de la circonfé-

rence du cercle, avec une approximation supérieure à un dix millième. De pareilles constructions n'ont sans doute aucune valeur théorique, et elles ne paraissent pas non plus devoir se répandre effectivement dans la pratique; toutefois la rectification du cercle a soulevé tant de discussions depuis l'antiquité jusqu'à nos jours, elle a donné naissance à tant de systèmes hasardés d'inventeurs qui, trop souvent, ne soupçonnaient pas la complication du problème, qu'elle est devenue en quelque sorte le symbole de l'impossibilité, et cependant on n'a pas encore pu, jusqu'à présent, démontrer absolument qu'elle était irréalisable (1). Les procédés que nous allons décrire peuvent donc présenter quelque chose de l'intérêt qui s'est attaché si longtemps à ce problème fameux.

Le premier d'entre eux est dû à M. Samuel Wheeler, de San Francisco, il a été publié dans l'*Engineering* du 14 février 1869; il consiste à construire le pentagone régulier inscrit dans la circonférence, ce qu'on peut faire avec la règle et le compas; on détermine la somme des côtés et on y ajoute la moitié de l'apothème; on obtient ainsi une valeur très approchée de la longueur de la circonférence, ainsi qu'on va le voir.

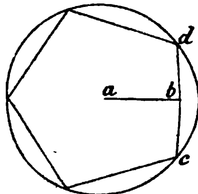


Fig. 1.

Le côté *cd* du pentagone est égal à. . . .	0,587 785 *d*
La somme des côtés est de	2,938 925 *d*
Le 1/2 apothème *ab* est égal à.	0,202 211 *d*
La somme totale est de.	3,141 136 *d*
La circonférence équivaut à	3,141 592 *d*
La différence est donc de.	0,000 456 *d*

Plus tard, M. Hajnis, de Prague, a donné dans la même revue la solution suivante un peu simple. Elle avait été trouvée

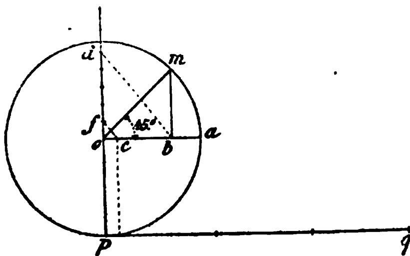


Fig. 2.

d'ailleurs presque en même temps par M. le professeur Wiedmann, de Saint-Pétersbourg, qui l'a publiée dans le *Journa polytechnique* de Dingler.

On mène le rayon $m\,o$ tel que l'angle $m\,o\,a$ soit égal à 45°. On abaisse ensuite la perpendiculaire $m\,b$ sur le rayon $o\,a$, puis on partage la droite $o\,b$ en cinq parties égales, ce qu'on peut faire avec la règle et le compas; et il suffit de porter une des divisions ainsi obtenues à l'extrémité d'une longueur égale à trois rayons pour obtenir à un dix millième près un développement approché $p\,q$ de la demi-circonférence.

En effet :

$$ob = r \cos 45° = 0{,}707\,107\,r,$$

$$o = \frac{1}{5}\,ob = 0{,}141\,421\;r\;;$$

Et en y ajoutant trois rayons, on a :

$$pq = 3{,}141\,421\,r$$

Pour la demi-circonférence $= 3{,}141\,592\,r$

La différence $= 0{,}000\,171\,r$.

Plus tard, M. Hajnis est même arrivé à trouver la solution plus simple et plus rapprochée que nous reproduisons ici d'après la communication qu'il en a faite à l'*Engineering*.

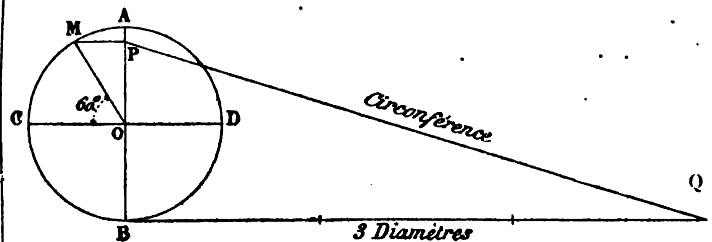


Fig. 3.

On trace les deux diamètres perpendiculaires A B et C D, puis on mène le rayon O M faisant avec O C un angle égal à 60° : du point M ainsi déterminé on abaisse la perpendiculaire M P sur A B; puis du point P, on mène la droite P Q qui va rejoindre l'extrémité Q d'une tangente B Q menée à partir du point B et dont la longueur a été prise égale à trois diamètres. Il est facile de voir que dans ces conditions A Q donne presque exactement le développement de la circonférence.

En effet :

$$AQ \text{ est égal à } \sqrt{PB^2 + BQ^2}.$$

Or :

$$BQ = 3d,$$

$$BQ = BO + OP = BO = OM \cos 30° = \frac{d}{2}\,(1 + \operatorname{Cos}\ 30°)$$

$$= d \operatorname{Cos}^2 15°.$$

$$\overline{BQ}^2 = 9{,}000\ 00\ 00\,d^2$$

$$\overline{BP}^2 = 0{,}870\ 51\ 27\,d^2$$

$$\overline{BQ}^2 + \overline{BP}^2 = 9{,}870\ 51\ 27\,d^2$$

$$PQ = \sqrt{\overline{BQ}^2 + \overline{BP}^2} = 3{,}141\ 738\,d$$

Or la circonférence $= 3{,}141\ 592\,d$

La différence est donc $= 0{,}000\ 146\,d$

(1) Il faudrait démontrer, en effet, que le nombre π ne peut pas être la racine d'une équation du second degré, ce à quoi on n'a pu encore réussir jusqu'à présent, comme on l'a fait pour le nombre *e*, base des logarithmes népériens.

Elle est due à un excédent de longueur, tandis que, d'après la construction précédente, le résultat obtenu péchait par défaut, puisqu'il donnait en moins

$$0{,}000\,171\ d.$$

Si donc nous prenons la moyenne entre les deux, nous trouverons un résultat plus rapproché encore, et l'erreur sera réduite à $0{,}0000\,13\ d$.

VARIÉTÉS

Le végétarisme.

Il y a en Angleterre — c'est, comme chacun sait, le pays de la bizarrerie, — un groupe de trois mille personnes environ qui ont pris la résolution de ne plus manger de viande. La doctrine de Pythagore n'est pas morte, elle revit sous le nom peu harmonieux de végétarisme.

Tout récemment, à la Faculté de médecine de Paris, une thèse a été soutenue sur ce sujet par une dame anglaise, Mme Kingsford, qui, en assez bons termes et avec quelque apparence de raison, a soutenu les avantages d'une alimentation exclusivement végétale. D'ailleurs son opinion n'est pas simplement théorique, Mme Kingsford ose conformer ses actes à ses doctrines. Elle est végétarienne et depuis huit ans n'a jamais mangé de viande.

Il faut examiner sérieusement ce qu'il y a de bien ou de mal fondé dans ces théories : car, quelque étrange que puisse nous paraître une affirmation, c'est une réfutation trop commode et trop peu scientifique que d'en sourire. Le végétarisme mérite mieux que cela.

Tout d'abord il est clair que l'homme est naturellement frugivore. Son système dentaire l'indique bien, et surtout le genre de vie et les mœurs de l'animal qui est son proche voisin : du singe. Les singes ne vivent que de légumes et de fruits; non seulement les singes du nouveau continent, mais encore les grands singes anthropoïdes de l'Afrique. Les canines énormes du gorille n'indiquent pas une alimentation animale. Le gorille vit de fruits, de feuilles, de grains, de racines. Il n'est pas douteux qu'à l'état sauvage l'homme faisait ainsi. Dans certaines îles de l'Australie, dans certaines contrées de l'Afrique, l'alimentation de l'homme est purement végétale.

A la vérité, cela importe assez peu : car, s'il vaut mieux pour l'homme manger de la viande, l'alimentation animale (la créophagie) indique un progrès. Le point important est de savoir si la créophagie est un progrès. Combien de changements la civilisation ne produit-elle pas, qui sont d'heureuses transformations de notre nature primitive! Laissons donc de côté cet argument des végétariens que la nourriture naturelle de l'homme est la nourriture végétale, et voyons d'abord si l'homme peut vivre sans manger de viande, ensuite si cette alimentation est profitable à sa santé et à ses forces.

Que l'homme puisse vivre de végétaux, cela est bien prouvé. Il y a des populations innombrables qui ne mangent que du riz ; d'autres ne mangent que du blé et du maïs. Dans les pays tropicaux de l'Afrique et de l'Amérique du Sud, l'alimentation animale est l'exception. En Europe même, dans les campagnes, les paysans ne mangent que rarement de la viande. Ils sont vigoureux cependant, et sans fournir une somme de travail aussi considérable que celle des ouvriers des villes, ils travaillent, se portent fort bien, ont beaucoup d'enfants et arrivent à un âge fort avancé. Les Espagnols, les Piémontais, les Napolitains, les Turcs, les Arabes sont presque tous des végétariens. Ce n'est pas qu'ils soient affiliés à la secte anglaise, mais c'est que la viande coûte trop cher. C'est aussi que, sous un climat chaud, il est besoin de peu d'aliments pour entretenir une chaleur suffisante. De fait, la question posée plus haut est résolue par l'expérience quotidienne. On peut vivre et se bien porter sans manger de viande (1).

Mais la vigueur musculaire est-elle diminuée ou augmentée ? Au point de vue physiologique, le problème a été souvent débattu. MM. Fick et Vislicenus, M. Pavy et d'autres savants ont montré que les matières albuminoïdes ne servent pas à la production de la force musculaire. Lorsque le muscle travaille, ce n'est pas l'albumine qui brûle, et l'urée de l'urine n'augmente pas. Les hydrates de carbone et les graisses du sang et des tissus s'hydratent, s'oxydent, et l'acide carbonique exhalé par la respiration augmente. Le rôle de l'azote dans l'alimentation n'est donc pas bien déterminé. Les matières protéiques servent probablement à la nutrition même des tissus, et non à la combustion qui produit du *travail mécanique* et de la chaleur. C'est pour que les éléments anatomiques vivent qu'il faut de l'azote, et il est fort possible qu'un animal engourdi brûle tout autant de matière azotée qu'un animal éveillé et qui travaille.

D'ailleurs les aliments végétaux contiennent aussi de l'azote. Pour 100 grammes de viande, il y a environ 15 grammes de matière azotée. Dans les substances végétales, on en trouve presque autant, et parfois plus, comme l'indiquent les chiffres suivants :

POIDS DE MATIÈRE AZOTÉE POUR 100.

Fèves	30	Sarrasin	13
Haricots	25	Seigle	12
Pois secs	23	Maïs	11
Lentilles	25	Riz	7
Blé	15	Pommes de terre	2

Dans le fromage, il y a 30 à 40 pour 100 de substance azotée.

L'azote ne fait donc pas défaut dans les aliments végétaux. Ce qu'on n'y trouve pas, c'est la graisse. Or la graisse est indispensable lorsqu'il faut déployer une grande vigueur musculaire, ou faire beaucoup de chaleur pour résister au froid

(1) « La femme d'un des fondateurs de la Société végétarienne d'Angleterre vécut, pendant trente ans, sans manger une seule fois de la viande, et sans faire usage d'autre boisson que d'eau claire. Elle eut quinze enfants, dont quatorze furent allaités par elle. Elle conserva toujours, non seulement une santé florissante, mais encore toute sa force et toute sa gaieté. »

du milieu ambiant. Les Esquimaux du Groënland sont forcés de boire le sang graisseux des phoques, et cette alimentation dégoûtante s'impose, paraît-il, aux voyageurs qui explorent les régions polaires, car le carbone et l'hydrogène des graisses sont alors nécessaires pour qu'il se produise dans l'organisme une quantité de chaleur suffisante au maintien d'une chaleur animale de 37° dans un milieu de — 40°. Mais au Caire, à Calcutta, voire même à Marseille et à Madrid, ce combustible n'est pas indispensable. L'huile d'olive et l'huile de noix suffiraient sans doute. Nous craignons bien qu'il n'en soit pas de même dans le centre de la France, en Angleterre et en Allemagne. Le beurre et les œufs ne donneraient pas assez de matières grasses pour que la machine animale résiste au froid climat et produise de la force.

Les végétariens devraient donc ne pas être exclusifs. On leur aura déjà beaucoup accordé en reconnaissant que, dans les pays chauds, l'alimentation uniquement végétale est bonne et suffisante, à condition qu'on y fasse entrer le lait et les œufs. Ainsi compris, le végétarisme est une opinion respectable et appuyée sur des preuves scientifiques. Mais, s'il m'était permis de donner aux végétariens un conseil, je leur dirais de se garder des raisons sentimentales. Les abattoirs, disent-ils, sont une école de férocité : le meurtre des animaux qu'on égorge est un spectacle immonde. L'homme n'a pas le droit de donner la mort à des créatures vivantes, et pareilles fariboles qui font tort à la doctrine sérieuse qu'ils veulent défendre et faire triompher. — *Homo sum, et humani nihil a me alienum puto :* — voilà pourquoi nous regardons comme bon tout ce qui est utile à nos semblables, et nous n'estimons pas que les animaux soient nos semblables. Si l'intérêt de l'homme est de s'en nourrir, qu'il s'en nourrisse, et qu'il n'en ait aucun remords.

Le brochet qui dévaste un étang a-t-il des remords? Le renard qui ravage une basse-cour a-t-il des remords? Ils obéissent à la loi naturelle. Il leur faut de la chair pour vivre, et ils préfèrent leur propre vie à celle de leur victime. — Il en sera de même pour nous. S'il fallait tuer mille moutons pour faire vivre un homme, on n'hésiterait pas ; on sacrifierait mille êtres inférieurs pour conserver un être humain.

Certes, il faut du courage pour aller ainsi, comme les végétariens, à l'encontre de l'opinion commune. La tendance générale est qu'il faut se nourrir de viande : et une secte, fût-elle de trois mille personnes, fût-elle appuyée sur l'autorité d'un jeune docteur féminin de la Faculté de Paris, ne peut espérer faire rebrousser chemin au grand courant qui entraîne l'homme civilisé à la créophagie. Néanmoins, on aura rendu service à la science en montrant que cette alimentation animale n'est pas nécessaire, en faisant douter qu'elle soit la meilleure. Qui sait si ce n'est pas un préjugé de croire qu'on se porte mieux et qu'on est plus vigoureux en mangeant de la chair !

BULLETIN DES SOCIÉTÉS SAVANTES

Académie des sciences de Paris

SÉANCE DU 19 JUILLET 1880.

M. *Berthelot* a entrepris l'étude thermique des alcalis organiques susceptibles de prendre l'état gazeux à la température ordinaire à l'aide de la bombe calorimétrique. Les seuls alcalis qui ont pu être obtenus à l'état de pureté sont : l'éthylamine et la triméthylamine. Les chaleurs de combustion de ces deux corps sont respectivement 409c,7 et 592c. Des expériences faites sur ces alcalis dissous dans l'eau ont donné 12c,91 et 12c,90.

L'auteur signale enfin la prépondérance de la triméthylamine anhydre sur l'ammoniaque, et, en sens inverse, la faiblesse relative de l'hydrate de la première base. Il insiste également sur la tendance de la triméthylamine à former des hydrates définis, bien plus stables et produits avec un dégagement de chaleur plus grand que ceux de l'ammoniaque même, et qui établissent ainsi la transition avec la quatrième base méthylée de M. Hofmann, base tout à fait comparable à la potasse et aux hydrates alcalins par sa constitution.

— M. *Marey* a fait un intéressant examen des modifications que subissent les mouvements respiratoires par le fait de l'action musculaire. On sait que l'exercice musculaire, chez ceux qui y sont peu habitués, produit l'essouflement, c'est-à-dire une respiration plus forte et plus fréquente qu'à l'état normal. C'est une conséquence de la plus grande rapidité du cours du sang qui, revenant en abondance des veines dans le cœur droit, exige, pour traverser le poumon, des respirations plus fréquentes ou plus amples. Il est en effet démontré que le poumon est d'autant plus facilement traversé par le sang que l'inspiration le déploie davantage et en ouvre le système vasculaire.

Or l'habitude d'un exercice musculaire, de la course, par exemple, a pour effet d'adapter graduellement la fonction respiratoire à la circulation plus rapide qui doit traverser le poumon. Le type respiratoire acquis par le gymnaste consiste en un accroissement énorme de l'ampliation de la poitrine et en un notable ralentissement des mouvements thoraciques.

L'auteur, assisté par M. le docteur Hillairet, a choisi cinq jeunes recrues arrivant au fort de la *Faisanderie* et inscrivait la respiration de chacun d'eux au repos, puis immédiatement après une course de 600 mètres faite au pas gymnastique.

En suivant de mois en mois les changements de la respiration des mêmes gymnastes, une série de courbes a été obtenue et a fourni les résultats suivants :

Dans les premiers temps, la respiration était notablement modifiée par la course ; mais, vers la fin des expériences, c'est-à-dire après quatre ou cinq mois d'exercices, il était à peu près impossible de constater un changement de la respiration sur les hommes qui avaient couru ; et pourtant leur allure était devenue un peu plus rapide, les 600 mètres étant parcourus en trois minutes cinquante secondes.

On voit encore sur les tracés que la modification des mouvements respiratoires est permanente, c'est-à-dire qu'elle s'observe même sur l'homme au repos. Le nombre des respirations s'est réduit, en moyenne, de vingt à douze par minute, et leur amplitude a plus que quadruplé. On peut donc conclure que ces jeunes soldats, après avoir subi les effets de

la gymnastique, respiraient environ deux fois plus d'air qu'avant d'avoir été soumis à l'entraînement.

— M. *de Lesseps* communique à l'Académie quelques observations au sujet de l'établissement du barrage de la Gileppe (Belgique).

— M. *G. Bigourdan :* Éphéméride de la comète *b* 1880 (Schaeberle).

— M. *R. Dedekind :* Réponse à une remarque de M. Sylvester, concernant les leçons sur la théorie des nombres de Dirichlet.

— M. *le P. Tacchini* attribue la cause des spectres fugitifs observés par M. Trouvelot sur le limbe solaire au passage de pigeons ou d'hirondelles.

— M. *Mascart* a recueilli, à l'aide d'un électromètre enregistreur de Thomson, des tracés relatifs à l'électricité atmosphérique. Il en déduit que, dans l'état moyen, le potentiel de l'air, toujours positif, est beaucoup plus élevé et plus uniforme la nuit que le jour. De neuf heures du soir à trois heures du matin, il varie peu ; il baisse au lever du jour, prend une valeur minimum vers trois heures de l'après-midi, se relève ensuite rapidement et atteint son maximum vers neuf heures. Il n'y a donc qu'un minimum pendant le jour et un maximum presque constant dans une grande partie de la nuit, c'est-à-dire une seule période diurne, au moins quand on envisage le terme le plus important du phénomène. L'amplitude de l'oscillation diurne a été notablement plus faible pendant l'hiver. Il semble exister un rapport entre l'état électrique de l'air et la température, mais il faudra posséder plusieurs années d'observations pour établir cette relation avec rigueur et en étudier tous les détails.

— M. *J. Joubert* a étudié les courants alternatifs des machines Gramme et Siemens et la force électromotrice de l'arc électrique. Il a observé pour l'intensité une courbe qui se confond presque rigoureusement avec une sinusoïde, déplacée tout d'une pièce, dans le sens du mouvement, d'une quantité égale à 1/8 de la période entière. Ce déplacement provient de l'extra-courant comme dans la plupart des machines magnéto-électriques.

La résistance de l'arc est très faible; elle varie avec la température et diminue quand la température augmente. La différence de potentiel qui existe entre les deux charbons est due, pour la plus grande partie, à une force électromotrice indépendante de l'intensité et qu'on peut évaluer à 30 volts.

— M. *A. Witz* propose l'emploi d'un thermomètre à air analogue à celui de Leslie, dont une des boules d'air serait maintenue à une température constante; les indications de l'instrument sont dès lors absolues, et l'on peut graduer en degrés le tube dans lequel se déplace le liquide. L'air de cette boule est conservé à une température fixe par un fil de platine échauffé par le passage d'un courant.

— M. *A. Ditte* a montré que l'action d'un fluorure neutre des métaux alcalins sur l'oxyde vert d'uranium donne de beaux cristaux insolubles et anhydres de composés analogues, présentant la formule $U^3 O^2 Fl, 2 M Fl$; l'action du fluorure acide de ces mêmes métaux donne des sels solubles et hydratés, dont la composition peut être exprimée par la formule $U^2 O Fl^2, 2 M Fl, n HO$.

— MM. *L.-F. Nilson* et *O. Pettersson* ont trouvé 13,65 pour le poids atomique du glucium. Une série de déterminations de la chaleur moléculaire des sesquioxydes a établi que la glucine prend place entre ces oxydes.

— M. *E. Duvillier* indique les modes de préparation de quelques combinaisons appartenant au groupe des créatines et des créatinines, entre autres l'α oxybutyrocyamine, l'α oxybutyrocyamidine, l'isooxyvalérocyamine et l'isooxyvalérocyamidine. L'auteur pense que les créatines peuvent être considérées comme des uréides d'acides amidés.

— MM. *E. Duvillier* et *A. Buisine* ont montré que l'action du chlorure d'éthyle sur l'ammoniaque, étudiée par Hoffmann, et l'action du chlorure d'éthyle sur les éthylamines qui prennent naissance dans l'action du chlorure d'éthyle sur l'ammoniaque, permettent d'obtenir facilement les quatre bases éthylées en grande quantité.

L'action du chlorure d'éthyle sur l'ammoniaque et les éthylamines se fait donc bien plus régulièrement que celle des éthers méthyliques sur l'ammoniaque et les méthylamines, qui ne fournissent que peu de diméthylamine et de triméthylamine, mais donnent surtout de la monométhylamine et des sels de tétraméthylammonium.

— M. *Ad. Renard* a fait des expériences qui confirment la fonction d'alcool secondaire diatomique de l'isobenzoglycol. On ne peut, du reste, comprendre sa formation qu'en admettant que 2^{mol} d'oxyhydryle se sont fixées sur la benzine. Or, d'après la constitution de cette dernière, ce corps doit nécessairement renfermer deux groupes CH OH, caractéristiques des alcools secondaires.

En outre, les propriétés réductrices de ce nouvel alcool le rapprochent de la classe des glucoses, spécialement de la phénose, qui paraît du reste constituer la partie sirupeuse qui l'accompagne.

— M. *Poincaré* a rencontré, dans des viandes refusées à l'abattoir de Nancy, des éléments qui lui ont paru être des parasites non encore signalés. En raison de leur analogie avec les grégarines, il est permis de se demander si ce n'est pas là une des phases ou métamorphoses des tænioïdes, et si ce n'est pas par leur intermédiaire que la viande crue de bœuf donne le tænia à tant de malades.

M. Poincaré signale un cas de mort par le charbon de plus de vingt bêtes à cornes causé par un pâturage recouvert d'une eau marécageuse contenant des bactéridies. L'auteur vérifia le fait en inoculant de cette eau sur deux cobayes qui moururent en peu de jours.

— M. *Laulanié* rappelle que l'origine des fibrilles dans les faisceaux du tissu conjonctif est expliquée jusqu'ici par deux hypothèses contradictoires : celle de la filiation cellulaire et celle de la fibrillation spontanée de la substance fondamentale.

L'auteur, en se fondant sur plusieurs observations, a été amené à penser qu'il y a un lien de subordination entre l'apparition des fibrilles et l'arrangement cellulaire, au point qu'il est légitime de conclure que les faisceaux connectifs ne se forment pas indépendamment des cellules, mais que celles-ci en provoquent le développement, non pas par une transformation de leur protoplasma, mais par une élaboration propre exercée sur la substance fondamentale.

— M. *G. Cotteau* a fait l'étude et la description des Échinides des terrains tertiaires de la Belgique. Les espèces, réparties en dix-sept genres, sont au nombre de trente et une.

Sur ces trente et une espèces, vingt-trois appartiennent au terrain tertiaire inférieur ou groupe éocène; quatre d'entre elles se rencontrent dans le système *landénien : Holaster Dewalquei, Hemiaster nux* et *Vincenti, Schizaster Corneti.*

Trois sont nouvelles et propres jusqu'ici à la Belgique; une seule, *Hemiaster nux*, était déjà connue et signalée à un niveau plus élevé, en France, dans les couches à *Serpula spirœa* de Biarritz, en Italie, dans le terrain éocène de Vicence et de Vérone, et en Suisse, dans les couches nummulitiques d'Yberg.

ASSOCIATION FRANÇAISE

POUR L'AVANCEMENT DES SCIENCES

Suite des communications annoncées pour 1880. (Congrès de Reims.)

1er Groupe. — Sciences mathématiques.

Gosset (Alph.), architecte à Reims. — Des conditions hygiéniques de la construction des locaux destinés aux grands rassemblements, principalement des casernes, casemates, etc.
Renouard (Alf.), filateur à Lille. — Sur la torsion.
Trélat (Em.), directeur de l'École spéciale d'architecture. — Appropriations thermométriques et hygrométriques de l'air aux habitations.

2e Groupe. — Sciences physiques et chimiques.

Bonnafond (Dr), ancien médecin principal d'armée. — De quelques effets du mirage dans la province d'Oran.
Breguet (Antoine). — Théorie générale des machines magnéto-électriques.
Debrun (E.), préparateur de physique à la Faculté des sciences de Bordeaux. — Sur un nouvel électromètre capillaire.
— Sur un nouveau baromètre décuplateur.
— Expériences sur un nouveau brûleur électrique.
Friedel, membre de l'Institut. — Sur les dérivés du diphénylméthane.
Guébhard, préparateur de physique à la Faculté de médecine de Paris. — Détermination expérimentale des lignes équipotentielles et isothermes des surfaces conductrices.
Lajoux et Grandval, professeurs à l'École de médecine de Reims. — Salicylates de mercure.
Mangin, lieutenant-colonel du génie. — Théorie d'un miroir à planétique en verre argenté et à surfaces sphériques imaginé par le lieutenant-colonel Mangin.
Rouchy (l'abbé), vicaire à Ségur (Cantal). — De la formation du givre dans les nuages.
— De la cause d'humidité dans les localités situées à plus de 1000 mètres au-dessus du niveau de la mer et des moyens d'y remédier.
Roussel, chimiste à Clermont-Ferrand. — Nouveau procédé pour le dosage de l'antimoine.
— Note sur un bleu d'antimoine.

3e Groupe. — Sciences naturelles.

Arbaumont (d'), de Dijon. — Effets produits sur certains végétaux par les gelées de l'hiver dernier.
Aumonier, pharmacien à Paris. — Études sur les terrains tertiaires des environs de Reims.
Baye (le baron Joseph de), à Baye (Marne). — L'existence indépendante et la durée de l'industrie néolithique proprement dite.
Bouchut (Dr), de Paris. — Sur les pepsines végétales du caraca papaya et du ficus.
Chudzinski, premier préparateur au laboratoire d'anthropologie, à l'École des hautes études. — Sur les intersections musculaires.
Collignon (René), médecin aide-major à l'hôpital militaire de Nancy. — Présentation d'ossements humains trouvés dans le lehm de Bollwiller (Haut-Rhin). Age du mammouth.
Courty, professeur à la Faculté de médecine de Montpellier. — Anneau levier à arc cervical destiné à maintenir la réduction de la rétroflexion.
— Traitement résolutif des myomes et des fibroïdes de l'utérus.
Charpentier (A.), professeur à la Faculté de médecine de Nancy. — Le sens de la lumière et le sens des couleurs.
Delacroix (Dr H.), de Reims. — Statistique d'un millier de traumatismes.
Delort, professeur au collège de Saint-Flour. — Fouilles en Auvergne. — Nouvelles fouilles dans les cavernes et les tumuli du Cantal.
Denucé, doyen de la Faculté de médecine de Bordeaux. — Traitement des anévrismes externes par la méthode mixte de la compression digitale et des injections de perchlorure de fer.
Dransart (Dr), de Somain. — Considérations cliniques sur les rapports pathologiques entre l'œil et l'oreille.
Dumontpallier, médecin des hôpitaux. — Sur l'appareil réfrigérateur de MM. Dumontpallier et Galante.
— Expériences scientifiques. — Applications et résultats pratiques.
Durand (l'abbé), professeur de science géographique à l'Université catholique de Paris. — Météorologie du voyage de MM. Ivens et Capello dans l'Afrique centrale.
Fière, archéologue à Voiron. — Les troglodytes de l'époque néolithique en Dauphiné (grotte d'Aizy).
Gairal (Dr), de Carignan. — Un nouvel anneau pessaire.
Galante, fabricant d'instruments de chirurgie, à Paris. — Présentation d'un spiromètre, d'un transfuseur du sang et d'un aspirateur.
Gentilhomme (Dr), professeur à l'École de médecine de Reims. — Traitement de l'acné de la face.
Giard, professeur à la Faculté des sciences de Lille. — Sur une nouvelle espèce de polygordins et sur la parenté de ce genre de vers avec les annélides de la famille des ophelidæ.
Gougenheim (Dr), médecin des hôpitaux de Paris. — Sur le spasme de la glotte d'origine hystérique.
Jolicœur (Dr). — Nouveau mode de préparation des vers cestoïdes.
— Du tænia inermis, de sa fréquence.
Lancereaux, professeur agrégé à la Faculté de médecine et membre de l'Académie de médecine. — Phtisie héréditaire : habitus, tableau symptomatique et évolution.
— Caractères anatomiques et diagnostic des manifestations de la syphilis viscérale.
Langlet (Dr), médecin de l'Hôtel-Dieu de Reims. — La phtisie à Reims.
Lœwenberg (Dr), de Paris. — Des champignons parasites de l'oreille humaine.
Lortet (Dr), doyen de la Faculté de médecine de Lyon. — Station de l'âge de la pierre à Tyr (Syrie).
Lortet, professeur, doyen de la Faculté de médecine de Lyon. — Dragages dans le lac de Tibériade (Syrie).
Magnier, de Saint-Quentin. — Étude sur la géographie botanique du département de l'Aisne.
Manouvrier. — Des différences sexuelles du crâne humain.
Mengy, ingénieur en chef des ponts et chaussées. — Sur quelques faits se rapportant à la géologie du département des Ardennes.
Parrot (le professeur), membre de l'Académie de médecine. — Sur la syphilis dentaire.
Planquet (J.-L.), médecin à Ay. — L'alcoolisme au point de vue individuel et au point de vue héréditaire.
Pommerol (Dr), conseiller général du Puy-de-Dôme à Gerzat. — Age géologique de la coulée de Gravenoire.
— Alluvions de l'âge de la pierre polie, en Limagne.
Regnault (Félix), de la Société d'histoire naturelle de Toulouse. — Découvertes récentes dans les cavernes des Pyrénées.
Rivière (Émile). — Faune de la grotte des Deux-Goules. — Faune de l'Albarée.
— Le tumulus de Figueiras.
— La grotte d'Estève ou trou Camatte (nouvelles fouilles).
— Création sur les bords de la Méditerranée, dans les Alpes-Maritimes, d'un asile pour les tuberculeux de Paris et des grandes villes de France.
— Suppression des hôpitaux dans les grandes villes, leur translation *extra-muros* et leur remplacement par des ambulances de quartier.
Rolland, ingénieur des mines. — Aperçu géologique sur le Sahara septentrional.
Rousseau (Dr), d'Épernay. — De l'inflammation.
Sacaze (J.), avocat à Saint-Gaudens. — Les Cromlechs à urnes cinéraires de la Haute-Garonne.
— Les sépultures à incinération et cromlechs de la vallée de la Garonne.
Teissier fils, professeur agrégé à la Faculté de médecine de Lyon. — Études cliniques et expérimentales sur la pathogénie du transfert dans les phénomènes de métalloscopie.

TRIHIDEZ (l'abbé), aumônier honoraire de la marine. — Richesses minérales de la Nouvelle-Calédonie.

WIMY (Dr Alf.), de Braisne-sur-Vesle. — Sur les âges paléolithique et néolithique dans le Soissonnais et en particulier dans le canton de Braisne (Aisne).

4e GROUPE. — SCIENCES ÉCONOMIQUES.

ALLAVOINE (Th.), de Reims. — Convention entre les Sociétés de secours mutuels des différentes localités pour continuer les secours à leurs membres, obligés de quitter momentanément leur résidence.

— Admission, après la limite d'âge, de membres étrangers ayant appartenu jusqu'alors à d'autres sociétés.

BAROIS, ingénieur des ponts et chaussées. — Géographie et topographie d'une partie du Sahara algérien.

BEAUMONT (de), président de la Société de géographie de Genève. — Choix d'un méridien initial international.

BRY, de Reims. — Application des bons commerciaux aux Sociétés de consommation de Reims et fondation d'une banque de crédit.

CACHEUX, ingénieur civil à Pau. — Types d'habitations ouvrières en construction, boulevard Murat.

CHERVIN (Dr), membre du conseil de la Société de statistique de Paris. — Étude statistique sur la mortalité, par la phtisie pulmonaire, dans la ville de Paris, suivant le cens et suivant les âges.

COURTY, professeur à la Faculté de médecine de Montpellier. — De la reproduction des vignes américaines par la culture des bourgeons feuillés : expériences de deux années.

DURAND (l'abbé), professeur de science géographique à l'Université catholique de Paris. — L'Albanie et les Albanais.

— Coup d'œil sur le voyage de MM. Ivens et Capello dans l'Afrique centrale.

GARNIER (E.), de Reims. — Des sociétés coopératives et commerciales.

GAZEAU DE PANTIFANT. — Sur le Soudan et le Transsaharien.

GROULT, avocat, créateur des musées cantonaux à Lizieux. — Programmes de gravures scientifiques, artistiques et patriotiques.

GUYOT (Yves), conseiller municipal de Paris. — La question des octrois.

— Théorie de la valeur des capitaux fixes et des capitaux circulants.

HOUPILLARD, de Reims. — Caisse des invalides du travail.

JADART (Henri), secrétaire archiviste de l'Académie de Reims. — Des mouvements de la population dans l'arrondissement de Rethel.

JOLICŒUR (Dr). — La pyrale de la vigne en Champagne.

— Maladie nouvelle de la vigne, observée dans le vignoble de Saint-Thierry-Estelle, due aux animaux que l'on rencontre dans les souches altérées.

KOWNACKI, chef d'institution à Clichy (Seine). — Recherche d'un criterium en pédagogie.

— Développement des facultés et du langage pendant les deux premières années de l'enfance.

LELIÈVRE (J.), de Reims. — L'Union foncière, société mutuelle pour la propriété d'habitations ouvrières.

— Caisse générale de retraite.

LEVASSEUR, membre de l'Institut. — La laine.

RENOUARD (Alfred), filateur à Lille. — Sur les principales falsifications du tourteau de lin.

RICHARD, de Reims. — Caisse d'exonération pour la retraite.

ROBINET, chimiste à Épernay. — La maladie du jaune des vins.

ROLLAND, ingénieur des mines. — Question transsaharienne.

TRIHIDEZ (l'abbé), aumônier honoraire de la marine. — Souvenir du Cambodge.

TRIOULEYRE (E.), de Reims. — Continuation des secours après le terme fixé par les statuts actuels des sociétés de secours mutuels.

BIBLIOGRAPHIE

Sommaire des principaux recueils de mémoires originaux.

ANNALES DE CHIMIE ET DE PHYSIQUE (juin 1880. — *Warren de la Rue* et *Hugo-W. Muller :* Expériences sur la décharge disruptive avec la pile à chlorure d'argent. — *Ch. Fievez :* Recherches sur l'intensité relative des raies spectrales de l'hydrogène et de l'azote en rapport avec la constitution des nébuleuses. — *E. Duvillier :* Sur les acides amidés de l'acide α oxybutyrique. — *Camille Vincent* et *Delachanal :* Note sur quelques propriétés des mélanges de cyanure de méthyle avec l'alcool ordinaire et avec l'alcool méthylique. — *F.-M. Raoult :* Sur le point de congélation des liqueurs alcooliques. — *Vicenzo Tedeschi di Ercole :* Éruptions volcaniques. — *R. Engel :* Le phénol dans l'économie animale. — *L. Varenne :* Recherches sur la passivité du fer. — *Berthelot :* Sur la chaleur de formation de l'ammoniaque et des oxydes de l'azote, stabilité chimique de la matière en vibration sonore. — *Edme Bourgoin :* Préparation de l'acide malonique. — *Henry Morton, A.-M. Mayer* et *B.-F. Thomas :* Mesure d'une lampe incandescente construite par M. F.-A. Edison, en carton carbonisé. — *Berthelot :* Observations sur une note de M. Cochiu, relative à la fermentation alcoolique.

CHRONIQUE

FACULTÉ DES SCIENCES DE PARIS. — *Doctorat ès sciences physiques.* — Le 30 juillet, M. H. Moissan a soutenu une thèse traitant des oxydes métalliques de la famille du fer.

Doctorat ès sciences naturelles. — Le 27 juillet, M. Ét. Jourdan a soutenu une thèse traitant des recherches géologiques et histologiques sur les zoanthaires du golfe de Marseille.

— INSTRUCTION PUBLIQUE. — M. le ministre de l'instruction publique présidera, le mercredi 7 août, à la Sorbonne, la distribution des prix du concours général des lycées et collèges de Paris et Versailles.

Le discours latin sera prononcé par M. A. Cartault, professeur de rhétorique au lycée Charlemagne. L'orateur a pris pour sujet : *Quid in Republica eminere debeat.*

M. le ministre prononcera également un discours.

Les portes seront ouvertes à onze heures et fermées à onze heures et demie; les personnes munies de cartes seront seules admises. La cérémonie commencera à midi précis.

Le soir, il y aura réception officielle au ministère de l'instruction publique et des beaux-arts.

— ASSOCIATION MÉDICALE ANGLAISE. — L'association tiendra son congrès annuel, dans quelques jours, à Cambridge, du 10 au 13 août. Le président est M. Denis O'Connor. Le président élu est M. G. Humphry. — Il y a huit sections : Médecine, président : G. Paget. — Chirurgie, président : W. Savory. — Obstétrique, président : S. Playfair. — Médecine publique, président : W. Acland. — Psychologie, président : J.-C. Browne. — Physiologie, président : W. Rutherford. — Pathologie, président : J. Paget. — Ophtalmologie, président : W. Bowmann.

Parmi les questions traitées en séance publique, notons les suivantes :

Bristowe : De l'anesthésie hystérique.
A. Clark : De l'asthme.
Lister : Traitement des plaies.
Thompson : Rétrécissement de l'urèthre.
Atthill : Hémostase utérine.
Spencer Well : Opérations des tumeurs utérines.
Vacher : Maladies communiquées à l'homme par les animaux.
Bacon : Influence de l'alcool sur l'aliénation.
Preyer : Du sommeil et de l'hypnotisme.
Gamgee : Formation de l'urée dans l'organisme.
Lister : Influence des micro-organismes sur la production des maladies.
Hutchinson : Influence des troubles du système nerveux sur la nutrition.
Donders : Nature du glaucôme. — Perte de sensibilité des couleurs.

Les savants qui désireraient prendre part à ce congrès sont priés d'écrire à M. Francis Fowke, 161, A. Strand, Londres.

Le propriétaire-gérant : GERMER BAILLIÈRE.

PARIS. — Impr. J. CLAYE. — A. QUANTIN et Cie, rue St-Benoît. [1268]

LA

REVUE SCIENTIFIQUE

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

REVUE DES COURS SCIENTIFIQUES (2E SÉRIE)

DIRECTEURS : MM. ANTOINE BREGUET ET CHARLES RICHET

2e SÉRIE — 10e ANNÉE NUMÉRO 6 7 AOUT 1880

Paris, le 7 août 1880.

Dans une des dernières séances de l'Académie des sciences (26 juillet), M. de la Gournerie a donné lecture du rapport de la commission nommée afin d'examiner le projet de M. de Lesseps pour l'ouverture d'un canal interocéanique à Panama.

Le rapporteur rappelle que sous la domination espagnole, lorsqu'il eut été constaté qu'aucun passage naturel n'existe à travers l'isthme qui réunit le Mexique au Darien, on a vaguement conçu divers projets pour y ouvrir un canal, mais sans que des études sérieuses aient été entreprises.

Bolivar, devenu président de la Colombie, chargea MM. Lloyd et Falmarc de faire les études nécessaires pour l'établissement d'une voie de communication entre les deux océans.

A cette époque, le commerce opérait dans les mêmes conditions qu'au siècle dernier : les marchandises expédiées de Panama vers l'Europe étaient portées à dos de mulet, par des sentiers difficiles, à la Gorgona, puis chargées sur des gabarres à fond plat ou sur des pirogues, qui se rendaient à Porto-Belo en suivant la rivière de Chagres et la mer.

En 1843, M. Garella, ingénieur des mines, envoyé sur les lieux par le gouvernement français, proposa d'ouvrir, de la baie de Panama à celle de Limon, un canal à écluses franchissant en tunnel la Cordillère et pouvant donner passage aux plus grands navires. C'est le premier travail d'ingénieur que l'on connaisse pour un canal interocéanique.

De 1849 à 1855, le colonel George Totten a exécuté, pour une compagnie américaine, un chemin de fer de Panama à un établissement maritime créé tout exprès sur la baie de Limon, dans l'île de Manzanillo.

Au congrès des sciences géographiques tenu à Paris en 1875, la question du canal interocéanique fut sérieusement discutée.

Une Société civile se constitua alors à Paris, sous la présidence du général Türr, et fit partir une expédition commandée par notre compatriote M. Wyse, lieutenant de vaisseau. Il avait avec lui un autre officier de marine, M. Reclus, et plusieurs ingénieurs de différentes nationalités.

M. Wyse a consacré deux années à cette exploration. Il a étudié, outre le Darien, les contrées voisines de San Blas, de Panama et du lac de Nicaragua ; il a obtenu du gouvernement des États-Unis de Colombie qu'un privilège exclusif fût accordé à la compagnie qu'il représentait pour la construction et l'exploitation d'un canal interocéanique sur le territoire de cette république. Enfin, avec la collaboration de M. Reclus et celle de M. Pedro Sosa, ingénieur colombien, il a établi le projet d'un canal à niveau de Panama à Colon.

Le congrès international réuni à Paris en mai 1879 se prononça à une grande majorité pour un canal de Panama à la baie de Limon, suivant les dispositions générales du projet établi par MM. Wyse, Reclus et Sosa.

Bien des efforts ont été nécessaires pour amener la question dans l'état où le congrès de 1879 l'a trouvée. Plusieurs des contrées qui ont dû être parcourues sont, en effet, occupées par des forêts où il est difficile de s'ouvrir un passage, et par des marécages. La pluie, la fièvre jaune et les insectes y rendent, en quelques points, le séjour pénible et très dangereux pendant certaines saisons.

Après la clôture du congrès de Paris, la Société civile présidée par M. le général Türr céda ses droits à M. de Lesseps qui réunit alors une commission internationale d'ingénieurs et se rendit avec elle à Panama.

Cette commission, arrivée sur l'isthme le 30 décembre 1879, y est restée jusqu'au 15 février 1880. Elle a fait exécuter sous ses ordres directs des travaux de sondage et des opérations de nivellement qui avaient été préparés par des agents expérimentés arrivés avant elle.

MÉDECINE

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

COURS DE THÉRAPEUTIQUE : M. G. HAYEM

Des diverses branches de la thérapeutique et de la matière médicale, et des rapports de la science avec la pratique.

On a donné de la thérapeutique la définition de la médecine elle-même en disant qu'elle est l'art de guérir ; on pourrait, avec plus de modestie, dire qu'elle est l'art de traiter les malades. Elle est le but de tous nos efforts, le couronnement de nos études ; en un mot, l'art d'appliquer l'universalité des connaissances médicales.

La confiance dont on m'honore en me chargeant de l'enseignement de la thérapeutique est donc considérable et je suis vivement préoccupé de la lourde responsabilité qui m'incombe, ainsi que des difficultés d'une tâche qui exigerait les connaissances les plus variées et les plus étendues. Le sentiment de mon insuffisance est encore avivé par le souvenir récent de mon éminent prédécesseur Gubler, ce praticien consommé, ce maître dans l'art de bien dire, qui vient d'être si prématurément enlevé à la science et qui, dans sa trop courte carrière professorale, avait fait preuve de qualités si brillantes et si solides.

Avant d'aborder le sujet du cours de cette année, j'éprouve le besoin de réfléchir avec vous sur la manière dont on doit comprendre l'étude et l'enseignement de la thérapeutique.

Cette branche de nos connaissances a subi bien des fluctuations qui, naturellement, ont été liées à celles de la médecine; et, pour nous rendre compte de son état actuel, il me paraît indispensable de suivre, au moins d'une manière très sommaire, les traits généraux de cette évolution à travers les âges.

Par la nature même de son objet, la pratique médicale a devancé la science, et c'est là un fait dont nous subissons encore aujourd'hui la loi fatale. Poussé par l'instinct de la conservation si vif chez tous les hommes, le premier malade a nécessairement demandé du secours à ses semblables et ceux-ci, obéissant à un sentiment de solidarité et de compassion, ont cherché à lui venir en aide. On trouve donc des guérisseurs dès le berceau de l'humanité, mais les obscurs débuts de notre art, les premières luttes contre la souffrance, ne constituent pas encore les rudiments d'une science ; ils en représentent, en quelque sorte, les temps héroïques.

La médecine n'a réellement pris naissance, ainsi que l'a dit si justement C. Bernard, que le jour où, pour la première fois, des hommes de génie ont ouvert le grand livre de la nature pour chercher à y lire. Alors a débuté la période d'observation qu'on fait remonter à Hippocrate. C'est à cette médecine d'observation, enrichie d'âge en âge, que nous sommes redevables de nos connaissances sur l'étiologie, les symptômes, la marche naturelle des maladies.

Prise dans son sens le plus rigoureux, l'observation s'en tient à la contemplation des phénomènes naturels ; elle les enregistre, les groupe et en tire des prévisions ou pronostics, de sorte qu'au point de vue pratique la médecine d'observation conduit à l'expectation. Telle était la pratique d'Hippocrate, telle est encore celle d'un certain nombre de modernes. Remarquons toutefois qu'il n'y eut jamais qu'un fort petit nombre de médecins limitant leur pratique à l'expectation. La nécessité d'agir s'est de bonne heure imposée aux praticiens, et la médecine n'a pas tardé à entrer dans la phase active.

Mais comment agir sur des phénomènes dont on ignorait les lois? Intervenir dans ces conditions, c'était faire de l'empirisme. Surgissant dès l'enfance de l'art pour se perpétuer jusqu'à nous, cet empirisme a nécessairement subi une sorte d'évolution. Au début, il fut aveugle et grossier; il reposa sur des données douteuses, des appréciations vagues, sur des préjugés bizarres auxquels bien souvent des maîtres de l'art ne craignirent pas de prêter l'appui de leur autorité.

Mais, du moment où l'empirisme suppose une action, il repose sur l'expérience (*experiri*); il compte avec les faits et on doit le considérer comme le premier degré de la science. Aussi la méthode empirique, en se perfectionnant, a-t-elle permis d'acquérir un grand nombre de notions exactes, et nous lui devons la plupart des vérités thérapeutiques.

Recueillir empiriquement un certain nombre de faits, chercher à les grouper avec méthode, ne pouvait suffire à l'intelligence humaine. Notre esprit ne se laisse pas ainsi enchaîner sans chercher à devancer l'acquisition lente et pénible des faits positifs. Il trouve en lui-même des solutions s'appliquant aux questions qui le préoccupent, et, s'appuyant sur quelques faits isolés, il crée des lois auxquelles les phénomènes à découvrir seront soumis par avance ; il forme, en un mot, des doctrines et des systèmes.

Il faut bien se garder de confondre l'histoire des doctrines et des systèmes avec celle du développement naturel et continu d'une science. Les doctrines sont des solutions préconçues substituant à la science proprement dite l'autorité personnelle ; loin de contribuer au progrès de la pratique médicale, elles l'entravent et le compromettent. Aussi, en thérapeutique ont-elles conduit à la forme la plus fâcheuse de l'empirisme, à l'empirisme doctrinal ou systématique. C'est une étude bien attrayante et des plus instructives que celle des différentes doctrines qui ont régné tour à tour en médecine. Elle nous permet de suivre, à ce point de vue particulier, la marche de l'esprit humain. Mais ce n'est pas pour le moment le but que nous poursuivons. Nous ferons observer seulement que les médecins n'ont su s'affranchir que depuis peu de temps de la scolastique pour retourner à l'étude des phénomènes naturels.

La réforme scientifique moderne a été retardée à son début par un certain nombre de doctrinaires qui, au nom même des découvertes récentes de la physiologie, ont mis en péril l'existence de la pratique médicale. Tout près de nous, au moment où le physiologisme de Broussais avait réduit la thérapeutique à l'emploi des antiphlogistiques, Trousseau et

Pidoux, en 1836, élevaient à cette science un véritable monument.

Leur œuvre ne constituait pas une révélation, mais elle ouvrait une ère nouvelle en reliant le présent à la chaîne momentanément interrompue de la tradition médicale des grands cliniciens. N'est-il pas intéressant de rechercher sur quelle base s'est faite cette rénovation de la thérapeutique? Pour s'en rendre compte, il faut se reporter à l'époque où cet ouvrage a été conçu et en lire la première édition.

Élève de Bretonneau, un des grands praticiens de notre époque, Trousseau regarde la médecine comme un art où l'inspiration personnelle tient la première place, et, désireux de caractériser le talent de son maître, il compare Bretonneau à un artiste incomparable « qui fait de la médecine comme La Fontaine faisait des fables ». Ennemi des systèmes et des théories, et les considérant pour le moins comme inutiles, il ne vise que le but pratique à atteindre, et, tout en pressentant ce que peut faire la science pour notre art, il ne trouve pour guide dans le milieu où il a vécu et pratiqué que la méthode empirique.

C'est ainsi que tous les hommes d'action du commencement du siècle ont été forcément des empiriques, et nous devons reconnaître qu'aujourd'hui encore notre pratique journalière est fondée presque uniquement sur des connaissances empiriquement acquises.

Ce n'est donc pas au nom d'une doctrine que s'est accomplie la revision moderne de la thérapeutique, mais bien à l'aide *d'un procédé, d'une méthode.*

Si l'on veut se rendre un compte exact du rôle de l'empirisme, il ne faut pas oublier que la médecine comporte deux points de vue distincts : la pratique ou exercice de l'art, la médecine considérée comme science.

Je viens de vous montrer que la pratique avait nécessairement absorbé tout d'abord les médecins. Quelque espérance que les plus éclairés d'entre eux pussent fonder sur les découvertes de la biologie et sur l'avenir de la médecine scientifique, ils ne pouvaient pas attendre la constitution de la science pour intervenir dans le traitement des maladies. Alors deux partis s'ouvraient devant eux. Le premier consistait à subordonner la pratique à une doctrine, c'est-à-dire à des vues théoriques préconçues ; le second à s'en tenir à la constatation pure et simple des faits révélés par l'observation des malades.

Dans l'un et l'autre cas, c'était faire, en pratique, de l'empirisme. Toutefois, l'empirisme systématique, doctrinal, était la négation de la science même à laquelle venait se substituer l'autorité du maître. L'empirisme pur révélait une science primitive et chancelante, mais il reposait sur des faits nettement observés et d'une incontestable valeur.

On suscitait, il est vrai, au hasard, la production de ces faits et, de parti pris, on négligeait d'en rechercher le mode de production ; mais l'on sauvegardait ainsi du système la question du comment pour lui réserver dans l'avenir une solution scientifique.

La pratique de l'empirisme à laquelle nous sommes pour longtemps encore condamnés est, en somme une longue suite d'expériences dont les résultats ne recevront leur explication que lorsque la science sera parvenue à son plus haut degré de développement.

Comme branche de la biologie, la médecine est une science expérimentale, et c'est à l'aide de l'expérimentation qu'elle atteindra la forme explicative et théorique de sa dernière phase évolutive.

Ce mouvement a déjà commencé à s'accomplir; il s'affirme de jour en jour et son origine se trouve naturellement confondue avec l'évolution de la méthode expérimentale.

L'idée de chercher l'explication des phénomènes vitaux à l'aide d'expérience sur les animaux est très ancienne et déjà nous voyons Galien faire des recherches extrêmement remarquables sur la physiologie du système nerveux.

Mais cet exemple n'a pas été suivi et la médecine devait encore traverser une longue suite de siècles sans s'approprier la méthode expérimentale. Il fallait que les principes généraux de cette méthode fussent introduits définitivement dans les sciences par Galilée, Torricelli, Bacon avant que l'étude des êtres vivants pût entrer dans sa véritable voie.

En ne nous préoccupant que de l'histoire de la médecine, nous signalerons encore parmi les précurseurs de la science expérimentale Sanctorius (1561-1636), qui passa une partie de sa vie dans une balance, dans le but d'établir le bilan de la nutrition. Bientôt survint le grand Harvey (1654) qui, par son admirable découverte expérimentale de la circulation du sang, peut être regardé comme le véritable fondateur de la méthode expérimentale en médecine.

Mais l'œuvre d'Harvey est restée isolée et, comme tous les grands novateurs, cet homme de génie était tellement en avance sur son époque, qu'il faut arriver jusqu'au commencement de notre siècle pour voir la médecine entrer d'une manière définitive dans la voie expérimentale.

Par ses célèbres recherches sur la vie et la mort, Bichat a eu la gloire de placer la France à la tête du mouvement moderne et d'être le précurseur de notre grande école physiologique, dont les plus illustres représentants sont Magendie et Claude Bernard.

Nul plus que ce dernier n'a contribué, par son cours du Collège de France, à fonder la médecine expérimentale et à en formuler les principes. Avec lui, nous arrivons à l'époque actuelle et nous pouvons chercher à nous rendre compte du rôle que la nouvelle méthode est appelée à jouer en thérapeutique.

La réforme moderne de nos connaissances ne pouvait débuter par l'étude de phénomènes aussi complexes que ceux qui ressortissent à la pathologie. De même l'étude des actions médicamenteuses devait avoir pour base la connaissance de faits plus simples.

La méthode expérimentale devait donc s'occuper d'abord des phénomènes de la vie normale, de la physiologie.

A cet égard, les progrès à réaliser étaient étroitement subordonnés à l'état de la science anatomique.

Il fallait, en effet, connaître préalablement le terrain dans lequel s'accomplissent les actes dont on voulait découvrir les lois.

L'anatomie générale de Bichat était déjà une remarquable révélation; elle entraînait de nombreuses conséquences physiologiques, mais il était indispensable de pénétrer plus avant dans les profondeurs de l'organisation des êtres vivants et d'acquérir la notion des éléments constituants des tissus. La découverte toute moderne, toute contemporaine de la cellule, marque le commencement de l'ère actuelle en physiologie.

Il faut rendre à l'histologie la justice de proclamer qu'elle nous a mis en possession du terrain de la médecine expérimentale et qu'elle a permis à la thérapeutique de chercher à s'élever jusqu'à la hauteur d'une science proprement dite. C'est à elle qu'appartient la plus belle généralisation qui ait été faite, quant à présent, dans le domaine de la biologie.

Poussant l'analyse anatomique jusqu'à ses dernières limites, elle nous a conduits, en effet, à spécialiser les phénomènes de la vie dans le protoplasma, matière animée la plus simple, présentant les attributs principaux de la vie (nutrition, accroissement, reproduction) sans revêtir la forme cellulaire, qui doit être considérée déjà comme un organisme complexe.

C'est jusqu'à ce protoplasma qu'il faut poursuivre aujourd'hui la localisation des faits biologiques.

En procédant au déterminisme de ces différents faits, les physiologistes ont été amenés à se servir d'un certain nombre de poisons, dont l'étude a jeté de vives lumières sur les phénomènes physiologiques. Entre leurs mains, ces agents sont devenus des moyens d'analyse d'une délicatesse extrême, grâce à l'énergie avec laquelle plusieurs d'entre eux (curare, strychnine, anesthésiques, etc.) impressionnent certains éléments de nos tissus.

En même temps, les faits révélés par ces recherches étaient appliqués par les physiologistes et par les médecins eux-mêmes à l'explication des actions médicamenteuses, et c'est ainsi qu'a pris naissance la thérapeutique expérimentale dans les laboratoires de physiologie comme complément et, en quelque sorte, comme corollaire des études qu'on y poursuivait.

Il serait intéressant de rechercher les origines de cette nouvelle science, la thérapeutique expérimentale. On verrait que, dès le commencement du siècle, bien avant l'œuvre de Trousseau et de Pidoux, quelques thérapeutistes, parmi lesquels je citerai Barbier et Schwilgué, ont tiré de la physiologie la notion de l'action des médicaments.

Mais les traités de Barbier et de Schwilgué ne pouvaient être que l'application à la pharmacologie, de la physiologie encore à peine ébauchée du commencement du siècle, et ces ouvrages sont plus remarquables par leurs tendances que par les fruits qu'ils ont portés.

Depuis, tandis que les autres branches de la médecine, l'anatomie pathologique, la séméiologie, etc., prenaient un essor considérable, la thérapeutique conservait la forme empirique pure ou subissait l'influence néfaste de l'empirisme doctrinal; elle ne participait que de loin au mouvement moderne et devenait en quelque sorte victime d'une sorte de défaveur.

Les meilleurs esprits contemporains se sont préoccupés de ce délaissement et en ont cherché les raisons. Celles-ci sont nombreuses et, bien qu'il y ait pour nous un intérêt réel à les connaître, je dirai simplement que la principale consiste dans la complexité extrême de la thérapeutique. En raison de cette complexité, elle devait nécessairement entrer la dernière dans la voie scientifique, parce qu'elle suppose connues toutes les autres branches de la médecine dont elle est en quelque sorte l'application. Il en résulte que l'époque actuelle est une phase de transition, de tâtonnements, d'enfantement en quelque sorte. Toutefois, cette phase se caractérise d'une manière toute spéciale et très remarquable par l'indifférence que nous avons acquise en matière de doctrine.

Débarrassés des préjugés anciens, ne reconnaissant plus l'autorité du maître, nous demandons des faits bien observés dont l'explication s'appuie sur des preuves incontestables, faciles à vérifier.

Vous le voyez, messieurs, la thérapeutique subit, comme l'a si bien montré C. Bernard, l'évolution commune à toutes les sciences biologiques; elle tend à se constituer à l'état de science en s'appuyant sur l'expérimentation. Mais ces vues générales sur son évolution ne peuvent nous suffire, il nous faut maintenant rechercher l'influence de cette tendance sur la thérapeutique appliquée et agissante.

Notre enseignement doit comprendre à la fois la matière médicale et la thérapeutique.

C'est là un champ immense à parcourir et, en général, on n'a pas fait observer d'une manière suffisamment nette que sous ces deux titres se trouvaient confondues plusieurs branches de nos connaissances, parfaitement distinctes, tant par le but qu'elles se proposent que par la méthode qui convient à l'étude de chacune d'elles.

Afin de mettre convenablement en saillie ce point capital, sans entrer dans une discussion toujours ardue et peu attrayante des définitions, je préfère me transporter avec vous au lit d'un malade et vous montrer les diverses questions qui surgissent au moment où vous prenez la responsabilité de rédiger une prescription.

Vous vous trouvez tout d'abord en présence de la question du diagnostic. Longtemps difficile ou insoluble, cette question n'arrête plus que rarement un médecin instruit.

La séméiologie a atteint un haut degré de perfection, et nous pouvons dire avec un juste sentiment d'orgueil que les Laënnec, les Corvisart, les Bouillaud, les Andral, les Piorry ont placé notre pays à la tête du mouvement clinique du commencement de ce siècle. Ces médecins éminents ont rendu relativement facile la première partie du problème à résoudre. Mais, au point de vue du malade et de son entourage, cette solution n'a qu'un intérêt de second ordre. Rarement le public exigera de vous une grande précision dans le diagnostic et la question qui vous sera posée avec empressement est celle-ci : Que faire ?

Absorbés par l'étude si attrayante du malade au point de vue du diagnostic; d'autre part, découragés par les découvertes terrifiantes de l'anatomie pathologique qui a été également cultivée d'une manière brillante par la même école clinique, les médecins ont, en général, négligé la thérapeutique.

C'est elle cependant qui doit nous servir de guide dans nos déterminations.

En premier lieu, il nous faut poser les *indications*, c'est-à-dire déduire de la maladie, de sa marche particulière, de la période à laquelle elle est arrivée, de l'état présent du malade, en un mot de toutes les particularités cliniques du cas, le mode de traitement que l'on emploiera.

Vient ensuite le choix des moyens à l'aide desquels on cherchera à atteindre le but.

La *thérapeutique proprement dite*, ou thérapeutique appliquée, est donc la *science des indications et l'art de les remplir.*

La connaissance des indications se rattache en grande partie à la clinique, ainsi que nous aurons plus tard l'occasion de le montrer; l'art de les remplir qui est l'objet même de la thérapeutique, suppose la connaissance préalable des moyens utilisables, c'est-à-dire de la *matière médicale* ou *pharmacologie.*

Voilà donc une première distinction importante à établir, et cependant, bien qu'elle paraisse naturelle, il est notoire que jusqu'à présent on a presque toujours englobé sous le nom de matière médicale toute la thérapeutique.

Les plus récents traités qui ont paru, tant en France qu'à l'étranger, ne sont que des ouvrages de matière médicale. Ils consistent en un ensemble de monographies sur les divers médicaments, lesquels sont étudiés suivant des plans toujours fort discutables, aux points de vue multiples de leur histoire naturelle, de leurs effets physiologiques, de leur emploi thérapeutique, de leur posologie. Que si vous y cherchez l'art de traiter les malades, vous serez surpris de constater qu'aucun d'eux ne se préoccupe de ce but essentiellement pratique.

L'emploi thérapeutique des médicaments y est même si souvent négligé que dans un de ces récents livres, écrit cependant pour les jeunes médecins (l'ouvrage de Buchheim), on ne trouve guère qu'une quinzaine de lignes sur les usages d'un des médicaments les plus merveilleux, l'iodure de potassium.

En acceptant comme synonymes les termes de matière médicale et de pharmacologie, usage qui a prévalu en France après avoir été consacré par Trousseau et Pidoux, il est indispensable de faire observer que la pharmacologie comprend, comme la pathologie elle-même, plusieurs branches distinctes.

De là, sans doute, les difficultés qui ont surgi toutes les fois que les thérapeutistes ont fait de vains efforts pour établir une classification pharmacologique des médicaments.

En premier lieu, les agents médicamenteux doivent être étudiés dans leurs caractères organoleptiques.

Tel est l'objet de la *matière médicale proprement dite.* C'est une branche scientifique artificiellement délimitée, qui tour à tour emprunte ses connaissances à l'histoire naturelle, à la physique, à la chimie et qui ne réunit une série d'agents, dont le nombre indéterminé peut augmenter ou diminuer chaque jour, que parce qu'ils sont utilisés par les médecins dans le but de traiter des malades.

Encore encombrée de médicaments dont l'utilité est fort douteuse, la matière médicale tend chaque jour à se simplifier; mais, en même temps, elle s'enrichit par l'acquisition de substances nouvelles d'une valeur considérable dont nous sommes surtout redevables aux progrès incessants de la chimie. A cet égard, elle est appelée à rendre encore d'immenses services dont l'étendue ne peut être prévue.

Mais le médecin ne s'occupe pas seulement des médicaments considérés en soi, il doit s'enquérir encore de l'action de ces substances sur l'organisme. L'étude de cette action forme une branche particulière, tant par son but que par sa méthode.

On peut donner à cette partie de la pharmacologie le nom de *pharmacodynamique*, bien que ce terme ait l'inconvénient de paraître consacrer l'idée doctrinale de l'action dynamique des médicaments.

De plus, l'étude de l'action des médicaments comprend deux parties distinctes : 1° l'action physiologique des médicaments ou *pharmacodynamique proprement dite;* 2° l'action des médicaments sur les malades, branche particulière qui pourrait être désignée sous le nom de *pharmacothérapie.*

Depuis longtemps les médecins ont compris la nécessité d'étudier l'action des médicaments sur l'homme sain, c'est-à-dire dans des conditions normales et, dans tous les traités de matière médicale, on trouve la description des effets physiologiques d'un grand nombre d'agents. Il y a même eu, au commencement du siècle, une grande émulation dans ce genre de recherches et il en est résulté des accidents fâcheux. Beaucoup de médicaments ne peuvent, en effet, s'étudier ainsi sans danger. De plus, ces expériences n'ont qu'une portée restreinte, car, si elles permettent de constater certains effets et de fixer les doses actives, elles ne servent que bien rarement à éclairer le mécanisme de l'action médicamenteuse. Elles déterminent des phénomènes dont elles ne peuvent fournir l'explication et relèvent, par conséquent, d'une manière indiscutable, de la méthode empirique.

Pour analyser l'action intime des médicaments, ou mieux, pour établir les lois de cette action, il est nécessaire d'entreprendre des expériences sur les animaux, c'est-à-dire de se rendre maître des conditions dans lesquelles l'observation est faite, et de modifier ces conditions suivant les exigences de l'analyse physiologique. En un mot, il faut appliquer à cette étude les procédés de la physiologie. La pharmacodynamique est donc une science expérimentale; c'est, en réalité, une partie de la physiologie.

Mais, supposons qu'à l'aide de l'expérimentation on soit parvenu à connaître les effets dits physiologiques des médicaments, ainsi que les lois qui président à la production de ces effets, on sera encore fort éloigné du but que se propose le thérapeutiste.

Il s'agit pour lui avant tout de savoir quelles sont les modifications que produisent les remèdes sur l'homme malade. Or les notions de cet ordre qui constituent la pharmacothérapie sont acquises au lit du malade. C'est assez dire que nous subissons alors étroitement les conditions dans les-

quelles nous recueillons nos observations. La vie du malade nous est sacrée; nous ne pouvons et nous ne devons agir que dans un but éminemment utile.

Nous faisons donc ici encore de l'empirisme et toute une partie de nos études, que l'on doit considérer à bon droit comme la plus importante, relève et relèvera probablement toujours de cette méthode. Mais il ne faut pas donner au terme empirisme le sens étroit qu'on lui accorde souvent. Malgré les remarquables développements que Cl. Bernard a consacrés à la thérapeutique expérimentale, on se fait encore une idée fort imparfaite du domaine de cette science. On l'oppose souvent à la pratique médicale en cherchant à établir une sorte d'antagonisme entre l'empirisme et l'expérimentation. C'est là une erreur qui pourrait être préjudiciable à l'avancement de la thérapeutique.

L'empirisme appartient déjà à la méthode expérimentale; agir, avons-nous dit, c'est expérimenter. La différence entre les deux méthodes se tire des conditions dans lesquelles on observe, conditions que je viens de rappeler et qui montrent clairement que les faits révélés par l'empirisme appartiennent à la science, tout en n'en constituant qu'un premier degré.

La thérapeutique expérimentale, loin de les répudier, doit les revendiquer et les prendre pour point de départ de ses recherches.

En réalité, une science aussi complexe que la médecine ne comporte pas une méthode unique. Envisagée dans ses diverses parties, on voit qu'elle a recours à toutes les méthodes pour atteindre à l'aide de chacune d'elles un but particulier. Par l'observation pure, elle acquiert la connaissance de la symptomatologie et de la marche des maladies; par l'empirisme, elle s'éclaire sur les effets des médicaments administrés aux malades, et l'expérimentation ne vient qu'en dernier lieu lui fournir la loi des phénomènes dont elle a déjà acquis la notion.

L'expérimentation étant le seul procédé capable de donner la solution théorique, c'est-à-dire scientifique des problèmes médicaux, la médecine expérimentale représente le degré de développement et de perfection le plus élevé que puisse atteindre notre science. Mais il ne faudrait pas croire que les progrès qui seront réalisés dans l'avenir seront accomplis exclusivement par l'expérimentation.

Au-dessus de l'observation superficielle et grossière des faits, au-dessus de l'empirisme routinier et aveugle, il existe une observation scientifique à laquelle nous devons l'art tout moderne du diagnostic des états morbides et un empirisme scientifique qui commence à peine à être mis en pratique dans notre école.

Observation et empirisme sont des procédés essentiellement perfectibles, et nous sommes bien éloignés encore d'en avoir tiré tout le parti désirable.

L'empirisme des grands praticiens dont nous parlions tout à l'heure n'est qu'un procédé sommaire, à peine scientifique; ses perfectionnements peuvent nous faire espérer des conquêtes aussi importantes peut-être que celles qui seront acquises par l'expérimentation.

L'observation clinique faite à l'aide des procédés précis que les sciences physico-chimiques mettent chaque jour en plus grand nombre à notre disposition, alors même qu'elle s'exerce dans des conditions imposées, pourra, en devenant de plus en plus rigoureuse, jeter de vives clartés sur un grand nombre de phénomènes que l'expérimentation n'abordera peut-être jamais, la maladie réalisant des expériences toutes faites, bien souvent inimitables.

Les études pharmacothérapiques sont donc d'une importance capitale, et, bien qu'elles soient cultivées à l'aide de méthodes simples, elles présentent des difficultés énormes sur lesquelles ni les empiriques doctrinaires ni les physiologistes n'ont appelé l'attention.

La détermination de l'action thérapeutique d'un médicament exige, en effet, la connaissance préalable de la marche de la maladie, mais non pas seulement de la marche de la maladie considérée en tant qu'espèce nosologique, mais encore de la marche souvent aléatoire que cette maladie présentera dans le cas particulier qui suscite notre intervention.

Voilà qui est déjà d'une difficulté parfois insurmontable. Ajoutez que, de plus, il sera souvent nécessaire, dans l'intérêt du malade, de changer de médication dans le cours d'un traitement. Comment attribuer alors à chacun des agents employés la part d'action qui lui revient?

Ces difficultés expliquent les erreurs fréquentes des praticiens sur la valeur de certains médicaments, ces engouements temporaires qui font de certaines médications de véritables questions de mode.

En réalité, la pharmacothérapie n'a pas encore été étudiée comme elle le mérite et il est urgent de se préoccuper des procédés qui lui sont applicables, de recueillir avec soin tous les renseignements qu'elle peut fournir.

Ce sera une des parties les plus importantes de nos études.

Elle nous conduira à apprécier d'une manière précise la valeur de chaque médicament dans un cas donné et ce résultat sera considérable. Mais, arrivée à son plus haut degré de perfection, la pharmacothérapie ne nous livrera pas le secret du mode d'action des médicaments.

C'est à la pharmacodynamique proprement dite, ou thérapeutique expérimentale qu'appartient la recherche de ce mécanisme.

Pour Claude Bernard, cette partie de la science comprend la série des lois sur lesquelles devra se fonder la pratique médicale; elle sera la base scientifique de nos déterminations.

Lorsque nous remplissons une indication, nous nous appuyons sur la tradition médicale ou sur notre expérience propre, c'est-à-dire sur les faits recueillis par les cliniciens qui nous inspirent le plus de confiance ou bien sur ceux que nous avons eu l'occasion d'observer nous-même. Notre détermination, raisonnée ou non, est en quelque sorte sous la dépendance de notre éducation médicale tout entière, souvent elle revêt un caractère personnel qui échappe à l'analyse, et c'est à ce point de vue qu'on a pu dire avec raison que la médecine pratique est un véritable art.

La thérapeutique expérimentale s'élève aujourd'hui contre cette manière de procéder.

En fournissant au médecin l'explication de l'action des médicaments, elle lui demande de s'appuyer sur elle pour trouver les moyens rationnels de remplir les indications.

Dans quelle mesure ces prétentions sont-elles, pour le moment du moins, applicables à la pratique? Pouvons-nous arriver par l'expérimentation au déterminisme de l'action médicamenteuse, de façon à faire de la thérapeutique une science rationnelle complètement constituée?

Telle est la question fondamentale que soulève la tendance scientifique actuelle et que les développements dans lesquels je suis entré précédemment sur l'évolution de notre science me permettent maintenant d'aborder.

D'une part, la pharmacodynamique nous fait acquérir expérimentalement la connaissance du mode d'action des agents médicamenteux sur l'organisme sain.

D'autre part, la pharmacothérapie nous indique empiriquement, mais non moins sûrement, la valeur thérapeutique de ces agents. Quel rapport devons-nous établir entre ces notions?

Ces deux branches que nous venons de distinguer sont-elles destinées à se développer parallèlement? La connaissance des faits expérimentaux qui concernent l'organisme sain est-elle sans rapport avec les notions que nous enseigne la pharmacothérapie ou bien, au contraire, l'expérimentation peut-elle servir à comprendre et à expliquer les effets thérapeutiques? En d'autres termes, la thérapeutique est-elle condamnée à côtoyer la science sans y pénétrer et la complexité des conditions dans lesquelles nous agissons nous obligera-t-elle à rester empiriques ou doctrinaires?

Sur ce point important, grâce aux progrès de la physiologie moderne, la lumière nous paraît faite. Pour vous faire partager nos convictions, il faudrait reprendre devant vous la question des rapports entre la physiologie et la pathologie, et suivre sur ce terrain notre illustre Claude Bernard.

Je me bornerai à vous rappeler quelques propositions générales qui me paraissent aujourd'hui indiscutables.

Quelque distance qui sépare l'état morbide de l'état normal, la maladie est une manière particulière d'exister, et les lois qui président aux phénomènes de l'état sain sont les mêmes que celles qui régissent l'état morbide.

Les phénomènes dont s'occupe la physiologie, de même que ceux qui sont l'objet de la pathologie, sont soumis à des lois communes, d'où résulte que l'action thérapeutique d'un médicament est régie par les mêmes lois que son action dite physiologique. C'est donc, en dernière analyse, à la physiologie, c'est-à-dire à la science expérimentale qu'il faut demander l'explication des actions médicamenteuses.

Les différences que nous constatons entre les effets des médicaments sur l'homme sain et sur l'homme malade tiennent uniquement à la diversité des conditions d'action de ces substances, c'est-à-dire à la distance qui sépare le déterminisme physiologique du déterminisme morbide.

La pharmacodynamique et la pharmacothérapie sont donc comme deux branches issues d'un même tronc. Elles forment à elles deux une seule et même science. Toutefois la division que nous avons établie n'en a pas moins une importance capitale. Elle répond surtout aux deux points de vue distincts auxquels la médecine doit être envisagée, la pratique et la théorie.

Lorsque de la première on veut s'élever à la seconde, en appliquant les principes généraux que nous venons de rappeler, on ne saurait agir avec trop de prudence et de lenteur.

Pour procéder à coup sûr, il faudrait pouvoir reproduire, par l'expérimentation sur les animaux, les conditions si multiples, si complexes, dans lesquelles la maladie place les êtres vivants, et faire l'étude des médicaments dans chacune de ces conditions.

La pathologie expérimentale a exprimé la prétention de réaliser un tel plan, mais elle n'a pu y parvenir que dans une limite extrêmement restreinte. On peut même prévoir qu'elle ne pourra jamais réaliser chez les animaux les types spécifiques et personnels de la pathologie humaine. Les problèmes soulevés par cette dernière ne pourront être résolus pour la plupart que d'une manière indirecte, détournée, et la pharmacothérapie ne sera probablement jamais absorbée en entier par la thérapeutique expérimentale; elle restera toujours l'objet de nos principales études et la base la plus solide de notre pratique.

Toutefois, si la thérapeutique expérimentale est essentiellement théorique, s'ensuit-il qu'elle n'ait aucun intérêt pour le praticien?

Un assez grand nombre de médecins considèrent toute théorie comme absolument inutile, sinon nuisible, en thérapeutique.

Volontiers ils adoptent l'adage que Trousseau a placé en tête de son œuvre: «Que m'importe comment un médicament guérit, pourvu qu'il guérisse » et ils dédaignent les explications fournies par une science encore dans l'enfance. Certes ces praticiens sont plus dans la vérité que ceux qui, au nom d'une physiologie mal comprise et mal appliquée, donnent de leurs pratiques empiriques une théorie prématurée, pour ne pas dire fantaisiste. Mais il n'est pas difficile de démontrer que la thérapeutique expérimentale est destinée à rendre de grands services.

On a fait remarquer avec raison que toutes les découvertes de la thérapeutique avaient été dues au hasard. Le sulfate de quinine, le mercure, l'iodure de potassium et tant d'autres agents de premier ordre sont des conquêtes de l'empirisme; quelles sont, demande-t-on, celles de l'expérimentation? Oui, certes, nous nous inclinons devant les bienfaits de l'empirisme et nous proclamons bien haut qu'il est réservé encore à cet empirisme d'importantes trouvailles; mais en supposant même que la thérapeutique expérimentale, agissant loin du malade et dans un milieu qui ne convient guère aux découvertes pratiques, ne puisse servir qu'à éclairer l'action physiologique des médicaments, il est impossible de ne pas reconnaître tout le parti que la pratique peut retirer de cette étude physiologique. N'est-ce rien que de rationaliser l'emploi d'une substance médicamenteuse et de remplacer le doute et la controverse par des données scientifiques?

Avant de demander compte de ses services à l'expérimen-

tation, n'est-il pas utile de faire observer que l'empirisme a régné pendant plusieurs siècles sans partage ; que ce procédé est le seul sur lequel s'est appuyée la tradition médicale, tandis que la thérapeutique expérimentale est à peine sortie du laboratoire des physiologistes, à tel point que dans une Faculté aussi éclairée que celle de Paris, nous sommes restés jusqu'à présent privés d'un laboratoire de thérapeutique expérimentale. Il serait injuste de demander à une science en voie de formation une grande somme de résultats acquis et d'escompter son avenir avant même qu'elle ait affirmé son existence.

Reconnaissons donc que, si jusqu'à présent la pratique a devancé la science, si elle attend encore d'elle l'explication de la plupart des faits qu'elle a acquis empiriquement, la théorie pourra à son tour exercer une influence favorable sur la pratique. Soyons convaincus que les générations à venir demanderont de plus en plus à la physiologie la raison de leur intervention et qu'elles chercheront à s'inspirer des connaissances scientifiques dont la dissémination s'accentue de jour en jour.

Ces considérations sur les diverses branches de la matière médicale et de la thérapeutique, ainsi que sur les rapports réciproques de la théorie et de la pratique, vont nous permettre de délimiter exactement le champ de nos études.

Résumons tout d'abord les divisions que nous avons admises.

Envisagée dans son ensemble, la *thérapeutique* est la science des *indications* et l'*art de les remplir*. Comme art, c'est-à-dire au point de vue exclusif de l'application, elle est le complément des études cliniques et doit s'enseigner au lit des malades.

Elle suppose acquises un certain nombre de connaissances préalables :

1° La connaissance des moyens d'action, qui est l'objet de la *matière médicale*.

Cette branche de vos études ressortit à divers autres enseignements et particulièrement à celui de notre éminent collègue M. Regnauld.

2° L'étude de l'action des agents médicamenteux ou *pharmacodynamique*, comprenant : 1° l'action sur les malades ou *pharmacothérapie ;* 2° le mécanisme de l'action de ces agents, relevant de la *thérapeutique expérimentale*.

Notre enseignement aura donc pour objet principal la pharmacodynamique ; il comprendra donc à la fois des faits révélés par l'observation des malades (pharmacothérapie) et des faits expérimentaux.

Pour faire l'étude de la pharmacothérapie, il serait à désirer que le professeur de thérapeutique eût à sa disposition un service hospitalier spécialement organisé à cet effet.

On sait avec quelle rigueur doit être pratiqué l'examen des malades lorsqu'on veut se rendre compte des effets médicamenteux, et nous aurons souvent l'occasion d'insister sur ce point.

Les conditions dans lesquelles se trouve placé un médecin d'hôpital, dans un service ordinaire, ne répondent en aucune manière aux exigences de semblables recherches. Les moyens de contrôle, l'outillage scientifique font défaut, le personnel du service est insuffisant.

Il faudrait, pour cultiver à l'hôpital la pharmacothérapie, être sûr de la manière dont sont préparés et dosés les médicaments, et prendre les dispositions nécessaires pour que l'administration de ces substances fût faite exactement et aux heures prescrites. Les observations des malades devraient être toutes prises d'une manière scientifique, avec la préoccupation d'y mettre en évidence les modifications produites sur la marche des phénomènes morbides par l'intervention des agents médicamenteux. Pour chaque malade, il serait indispensable de noter les modifications du pouls, de la température, des sécrétions ; de pratiquer l'examen des urines, du sang et, au besoin, d'autres liquides pathologiques ; de se livrer, en un mot, à des recherches souvent pénibles et compliquées.

Un travail de ce genre, sans lequel on est condamné à se contenter d'appréciations vagues et superficielles, exigerait un établissement scientifique convenablement aménagé et doté, ainsi qu'un nombre suffisant d'aides actifs et compétents.

Dans un service de clinique ordinaire, l'étude des agents thérapeutiques ne peut être qu'une des préoccupations du professeur. L'organisation dont nous parlons répondrait à d'autres besoins et le professeur de thérapeutique, faisant son cours entre la salle des malades et son laboratoire de recherches, pourrait donner à son enseignement le caractère à la fois pratique et scientifique qui lui convient. C'est ainsi d'ailleurs que l'enseignement de la thérapeutique est compris dans certaines universités étrangères dont, il faut l'espérer, nous ne tarderons pas à suivre l'exemple. En attendant, j'ai fait quelques efforts pour organiser mon service d'hôpital en vue de l'étude pharmacothérapique des médicaments et l'administration de l'Assistance publique a bien voulu faire en ma faveur les frais d'un petit laboratoire. C'est avec plaisir que je saisis cette occasion de lui en témoigner ma reconnaissance. Malgré son insuffisance, cette modeste installation pourra nous faciliter notre tâche.

Mais les observations recueillies à l'hôpital ne nous renseignent que sur la pharmacothérapie ; il reste encore à tenir compte de la pharmacodynamique proprement dite, dont la culture réclame l'intervention d'expériences pratiquées sur les animaux.

Nos prédécesseurs, M. G. Sée d'abord, puis le regretté Gubler, ont déjà donné à l'enseignement de la thérapeutique un caractère scientifique en se faisant les champions du mouvement moderne et en prenant pour base de leurs théories pharmacodynamiques les découvertes récentes de la physiologie.

Ils nous ont ainsi préparé la voie dans laquelle nous devons nous engager pour aborder la partie théorique de nos études.

Aussi notre premier soin a-t-il été de demander à l'administration centrale la création d'un laboratoire de thérapeutique.

Grâce à l'intervention active de notre illustre maître et

doyen, M. Vulpian, ce laboratoire est presque complètement organisé, et je suis heureux, en inaugurant mon enseignement, de vous annoncer cette importante innovation.

G. Hayem.



LES INDUSTRIES FRANÇAISES

Reims.

Au moment où va s'ouvrir le congrès de l'Association française pour l'avancement des sciences, il convient de rappeler à quels titres peut attirer l'attention du monde savant la ville de Reims, choisie cette année comme siège de cette réunion.

Trop rapprochée de Paris pour posséder des établissements d'enseignement supérieur, Reims n'est pas, comme Montpellier, comme Lyon, un centre scientifique. C'est, avant tout, une ville industrielle; c'est donc au point de vue de la science économique qu'il faut y chercher des sujets d'études intéressantes (1).

Reims a été de temps immémorial une ville de commerce et d'industrie. Située au milieu d'une contrée agricole d'une fertilité médiocre, où l'élevage du mouton formait un des principaux revenus des cultivateurs, à peu de distance des vignobles qui couvrent les coteaux de *la montagne*, elle était fatalement destinée à devenir le marché des produits de la région et à en opérer la transformation.

L'importance de Reims a été aussi une conséquence du grand nombre de voies de communication qui de tout temps y ont abouti, depuis les chaussées romaines jusqu'aux chemins de fer, faisant de cette ville le grand carrefour de la région nord-est de la France. Une chose manquait cependant à Reims : une voie fluviale. L'importance en a toujours été si bien sentie que, dès le commencement du XVIe siècle, la municipalité d'alors faisait faire des études pour savoir si le petit cours d'eau de la Vesle était navigable. Aujourd'hui, le canal de l'Aisne à la Marne relie la ville, d'une part, au réseau du nord, et de l'autre à la Seine.

Reims est donc à la fois un grand centre de production, pour les industries textiles avec ses étoffes de laines, pour les industries alimentaires avec ses vins de Champagne, et un grand marché, grâce à sa situation centrale. Toutefois son importance à ce second point de vue, considérable encore quant aux laines étrangères, dont elle fait un grand trafic avec la région industrielle du Nord, a diminué depuis que le perfectionnement des moyens de transport est venu transformer les habitudes commerciales et supprimer presque entièrement les foires qui attiraient, à des époques périodiques, les habitants de la région et les étrangers.

Nous nous proposons dans cette étude d'examiner sommairement les deux industries dominantes de Reims, avec les industries accessoires qui s'y rattachent, et de donner un aperçu de leur importance économique et du mécanisme de leur fonctionnement.

I.

Dès l'époque de la conquête romaine, Reims fabriquait des tissus, ainsi que le constatent les témoignages de Pline et de Strabon ; mais c'était à la fabrication des étoffes de lin et de soie qu'était plus spécialement consacrée son activité.

C'est à partir de 1550 que l'industrie des tissus de laine semble avoir pris une importance dominante, tandis que les premières tendaient à disparaître. En 1686, la fabrication des draps occupait, d'après un recensement précédemment ordonné par Colbert, 1812 métiers; en 1732, Reims et la région environnante fabriquaient plus de 100 000 pièces d'étoffe par an; Reims seule comptait 1360 maîtres et 3000 ouvriers. Le traité de commerce de 1786 avec l'Angleterre, puis les guerres de la révolution et de l'empire, la diminution des exportations en Portugal et en Espagne, ses principaux débouchés jusqu'alors, arrêtèrent l'essor de l'industrie rémoise. Elle dut sa reprise, vers 1808, à l'invention du mérinos, faite en 1804 par la maison Jobert, Lucas et Cie, dont le directeur était Benoist-Malot.

En même temps avait lieu l'introduction en France de la filature mécanique. Les premiers essais à Reims, faits en 1801, n'eurent pas de résultat; mais ce fut l'affaire de quelques années, et bientôt quelques filatures en cardé s'installèrent, notamment celle de la maison Jobert et Lucas, à Bazancourt, où se fit, en 1812, la première tentative de filature mécanique de la laine peignée. Cette dernière industrie reçut par la suite, à Reims même, ses perfectionnements les plus importants : il s'improvisa des constructeurs, et c'est à des Rémois, Dobo, Laurent, Carbon, puis plus tard Villemirot-Huart, Bruneaux et Pierrard-Parpaite, que sont dus les types de machines qui furent imités par les constructeurs d'Alsace, lorsque la cherté de la main-d'œuvre, la rareté des ouvriers mécaniciens obligèrent l'industrie de la construction à transporter ailleurs ses ateliers.

Enfin, vers 1838, se créait à Reims le premier tissage mécanique de laine, celui de la maison Croutelle, et bientôt l'industrie prenait la physionomie qu'elle conserve encore aujourd'hui.

II.

Pour donner une idée exacte du groupe industriel rémois, il est nécessaire d'entrer dans quelques considérations techniques sur le travail de la laine.

(1) Rappelons seulement que Reims fut jadis le siège d'une puissante université, et qu'aujourd'hui encore elle possède une école de médecine, un lycée important et une école professionnelle, des laboratoires desquels il est déjà sorti des travaux d'une grande valeur. Reims compte aussi plusieurs sociétés savantes : l'académie de Reims, société littéraire et scientifique; la Société industrielle, dont les études portent à la fois sur les applications de la mécanique et de la chimie et sur les sciences économiques; une société d'histoire naturelle, une société d'horticulture et de viticulture, etc. Le congrès de l'Association française aura pour effet incontestable de réveiller l'esprit de recherches dans ce milieu, où l'activité de la vie commerciale l'a laissé s'affaiblir.

Selon sa provenance et la race de moutons qui l'a produite, la laine peut présenter des caractères très différents. Suivant qu'elle est longue, résistante et soyeuse, ou bien à filaments courts et vrillés, elle se prête, dans le premier cas à la fabrication des tissus ras, et dans le second à celle des tissus foulés, dans lesquels une opération spéciale produit un feutrage des fibres qui les composent. Les toisons d'une même provenance et les diverses parties d'une même toison présentent toujours des différences de nature qui obligent généralement à leur faire subir un triage, préalablement à toute autre opération.

Cette première division faite, il reste encore, au milieu des filaments de même finesse, des différences de longueur et de résistance qui ne permettraient pas de les employer simultanément à la confection du même produit. La séparation s'effectue par une préparation mécanique, le *peignage;* cette préparation comprend diverses opérations : le *dégraissage,* ayant pour but de débarrasser la laine de la matière grasse naturelle, ou *suint,* dont elle était chargée ; le *cardage,* qui désagrège les mèches et répartit les filaments en une nappe homogène ; l'*étirage avant peignage,* qui régularise le ruban provenant du cardage et en parallélise les filaments ; le *peignage* proprement dit, qui effectue la séparation des filaments longs et des filaments courts, et en même temps débarrasse la laine des pailles et autres impuretés que la carde n'a pas fait disparaître ; le *lissage,* qui dépouille la laine de l'huile introduite pour faciliter les opérations précédentes, et l'*étirage après peignage,* qui donne au ruban la consistance nécessaire pour son emploi subséquent.

Les produits de l'opération sont de deux sortes : les filaments longs, dits *cœur* ou *peigné,* et les filaments courts ou *blousse,* pouvant servir aux mêmes usages que les laines naturellement courtes et tendres.

Les premiers sont transformés en fils cylindriques et résistants par l'opération de la filature peignée, au moyen d'étirages et de doublages successifs, qui amincissent et régularisent les rubans, et d'une torsion finale, qui leur donne la solidité nécessaire. On obtient ainsi les *fils de laine peignée.*

Les laines courtes et la blousse, traitée comme une nouvelle matière première, sont transformées en nappes au moyen de cardes, et l'opération du cardage, répétée trois fois de suite, est la seule préparation qu'on leur fasse subir ; la dernière carde est munie d'un appareil qui divise la nappe en rubans susceptibles d'être placés directement derrière le métier à filer, où ils reçoivent l'étirage et la torsion.

La formation du tissu se fait par l'entrecroisement des fils de chaîne, disposés dans le sens de la longueur de l'étoffe, avec les fils de trame, ou *duites,* lancés par la navette dans le sens de la largeur. Les tissus simples, où les fils de chaîne sont divisés en un petit nombre de séries répétant l'une après l'autre les mêmes mouvements, se font sur les métiers *à la marche.* Les dessins plus compliqués se font sur les métiers *à armures,* où le nombre de séries de fils de chaîne va jusqu'à 24 et plus, et sur les métiers *Jacquart,* où chaque fil de chaîne peut se lever isolément.

Les tissus simples se fabriquent presque toujours sur des métiers mus mécaniquement ; les autres, dits *nouveautés,* se font encore en grande partie sur des métiers à main. Toutefois le tissage à la main tend de plus en plus à disparaître pour faire place à la fabrication mécanique.

L'étoffe sortant du tissage est loin d'avoir atteint son aspect définitif. Pour les tissus mérinos et autres confectionnés uniquement avec de la laine peignée, il s'agit seulement d'en fixer le grain et de leur donner par la teinture la nuance demandée. Quant à ceux qui contiennent de la laine cardée, il faut y produire un feutrage plus ou moins complet des fibres, en faire ressortir le duvet ou au contraire les raser avec des tondeuses, etc. ; quelquefois les teindre ou les blanchir, ou bien aviver les couleurs que les fils avaient reçues avant le tissage. De là deux catégories d'usines : celles de *teinture et apprêts,* travaillant les tissus peignés, et celles de *foulerie et apprêts,* s'occupant spécialement des tissus cardés. A ces dernières sont souvent joints des ateliers d'épaillage chimique.

III.

La fabrication des tissus de laine peignée, dits *mérinos, cachemires d'Écosse,* etc., se fait généralement dans des ateliers considérables, réunissant les diverses phases du peignage, de la filature de laines peignées et du tissage mécanique. Ces tissus, vendus en écru aux négociants en gros, sont envoyés par leurs soins chez les teinturiers apprêteurs, avant d'être expédiés au dehors. D'autres établissements ne renferment que la filature et le tissage, et font peigner leurs laines dans des établissements spéciaux travaillant à façon. D'autres enfin n'ont que le tissage et font transformer successivement leur matière première en peigné et en fils dans des établissements façonniers.

Dans la fabrication des nouveautés, le travail est encore beaucoup plus divisé. Souvent le fabricant ne possède aucune espèce de matériel ; il achète les laines, les fait peigner et filer chez les façonniers, fait ourdir les chaînes chez des ouvrières travaillant en ville, les donne au tisseur à la main, soit dans les faubourgs et les environs de Reims, soit dans certains arrondissements de l'Aisne et du Nord, par l'intermédiaire de messagers, qui sont de véritables entrepreneurs de tissage. La pièce rentrant du tissage est visitée avec soin, puis donnée à la *rentrayeuse,* qui en répare les défauts, et à l'*épeutisseuse,* qui en fait disparaître les boutons et les pailles. Enfin elle va chez le foulon-apprêteur, d'où elle sort prête à être livrée au commerce. Le rôle du fabricant consiste donc uniquement à combiner l'emploi des matières et la composition des tissus.

Les grandes usines sont pour la plupart concentrées à Reims même, ou sur les bords de la Suippe, petite rivière dont les eaux limpides passaient autrefois pour jouir de propriétés favorables au travail des tissus. Cette vallée industrielle renferme un grand nombre d'établissements moins importants, soutenus sur la place de Reims par les *facteurs-commissionnaires,* sortes de banquiers qui leur procurent leurs matières premières et se chargent de la vente de leurs produits. La ville de Rethel, quoique plus éloignée, peut aussi

être c[illegible] comme une annexe de Reims, où s'écoulent tous [illegible]

Le [illegible] à façon se fait à Reims même ; mais l'outillage de cette industrie était jusqu'ici insuffisant, et souvent Reims est obligé d'avoir recours aux grands établissements du Nord.

La filature à façon, soit en peigné, soit en cardé, est une industrie peu rémunératrice, généralement disséminée dans les campagnes de l'Aisne et des Ardennes, où la main-d'œuvre à meilleur marché et les forces motrices hydrauliques rendent sa situation un peu moins précaire.

Les usines de teinture et apprêts, puissamment organisées, ne redoutent plus la concurrence des établissements de Suresnes et de Puteaux ; il n'en est pas de même jusqu'ici des usines de foulerie et apprêts de nouveautés, généralement d'installation ancienne, et qui n'offrent pas les ressources des établissements analogues de Roubaix et de Sedan.

L'histoire des établissements industriels de Reims indique une tendance inverse à celle que l'on rencontre aujourd'hui dans la plupart des industries ; tandis que partout ailleurs nous voyons la spécialisation, l'extrême division du travail, être une cause de succès, nous voyons, au contraire, les fabricants de tissus chercher à réunir peu à peu dans leurs mains l'outillage nécessaire pour opérer eux-mêmes toutes les transformations de leurs matières premières. Cette tendance ne peut s'expliquer que par la nécessité de disposer, à jour fixe, de matières arrivées à un degré de transformation déterminé, pour ne pas laisser chômer le reste de l'outillage, et aussi par l'importance de certains détails des opérations préliminaires au point de vue du résultat final. Tandis qu'en 1844, sur les 63 usines marchant à vapeur que renfermait Reims, il y avait 29 filatures en cardé et 16 filatures en peigné travaillant à façon, et un seul tissage mécanique, il y a aujourd'hui 8 usines comprenant à la fois peignage, filature et tissage ; 6 renfermant filature et tissage, sans peignage ; 2 filatures en peigné ; 2 filatures en cardé et un nombre assez considérable de tissages mécaniques.

Malgré la diminution du nombre d'usines, l'importance de l'outillage a augmenté dans des proportions considérables : en 1844, on comptait à Reims 27 000 broches de filature peignée ; tout le peignage se faisait à la main ; la force motrice totale s'élevait à 750 chevaux, le nombre d'ouvriers à 20 000. En 1878, Reims comptait 709 peigneuses, 169 000 broches de filature peignée, 8300 métiers mécaniques et 7780 métiers à bras ; de plus, la région environnante renferme 120 000 broches en peigné et 1200 métiers à tisser travaillant uniquement pour Reims ; 140 000 broches en cardé alimentent la fabrication des flanelles et nouveautés ; la force motrice qui actionne ces usines atteint 5000 chevaux, le nombre des ouvriers 25 000 (1).

L'histoire commerciale de l'industrie lainière se trouve résumée, d'une façon frappante, dans un tableau graphique dressé par M. C. Poulain, manufacturier, ancien maire de Reims ; de l'inspection de ce tableau, nous déduisons les chiffres et les renseignements suivants :

La valeur des tissus exportés a varié, entre 1815 et 1879, de 35 millions à 320 millions de francs, en passant, en 1864, par le maximum de 350 millions. Reims entre dans ces chiffres pour une proportion à peu près constante, soit 11 millions au commencement du siècle, et 160 millions dans ces dernières années.

La quantité de laines étrangères importées en France a passé, entre les mêmes dates, de 10 millions à 250 millions.

Depuis 1860, le prix au kilogramme des laines de pays a varié d'une façon sensiblement proportionnelle à la quantité de laines étrangères importées et à la quantité de tissus exportés, ce qui résulte du parallélisme des trois courbes représentant ces différentes valeurs. Il semble donc que la protection, réclamée par les agriculteurs, aurait, du moins quant au prix des laines, un effet opposé à celui qu'ils en attendent.

IV.

Si les variations du prix des matières premières ont été brusques et en divers sens depuis le commencement du siècle, il n'en a pas été de même de la main-d'œuvre, qui a subi une augmentation constante. Depuis longtemps déjà, les fileurs et les tisseurs sont payés à la tâche, les ouvrières de peignage et de filature et les ouvriers rattacheurs à la journée. Il existe pour les deux premières catégories, dans la plupart des usines, un tarif dit *à la prime*, dont bon nombre d'ouvriers demandaient l'abolition dans les dernières grèves, et qui cependant constitue pour l'ouvrier un véritable intérêt dans les bénéfices : jusqu'à une production déterminée, l'ouvrier est réglé suivant un tarif fixe ; au delà de cette production, le taux auquel l'ensemble de son travail lui est payé est majoré dans une certaine proportion, qui va en augmentant avec la production elle-même ; on lui tient compte ainsi de la diminution relative de frais généraux qui résulte de sa production plus grande.

Le travail à la tâche n'a pu être introduit jusqu'ici dans le peignage et la préparation de filature, parce que l'ouvrière, en cherchant à produire davantage, le ferait presque toujours aux dépens de la perfection du produit. Quant aux ouvriers rattacheurs, auxiliaires et subordonnés du fileur, certaines maisons ont essayé de convertir leur salaire journalier en un tarif à la tâche, en les intéressant même dans la production au moyen de la prime. Ce système, auquel les ouvriers opposent une certaine résistance, serait évidemment le meilleur.

Les ouvriers des ateliers de teinture, de foulerie et d'apprêts ne peuvent être payés qu'à l'heure, en raison de la nature même de leur travail.

La moyenne des salaires est actuellement de 2 francs pour les ouvrières de peignage et de filature, de 3 francs pour les rattacheurs, 5 francs pour les fileurs, 4 fr. 50 pour les tisseurs, et 3 fr. 50 à 5 francs pour les teinturiers et les apprêteurs.

(1) Ne sont pas compris dans ces chiffres les métiers à filer et à tisser que Reims alimente dans le Nord, non plus que les filatures en cardé des environs de Sedan et de Verviers (Belgique), qui travaillent beaucoup pour Reims.

A part le tissage de nouveautés qui exige de la part de l'ouvrier une certaine connaissance de la composition des tissus, les diverses professions de l'industrie rémoise n'exigent presque pas d'apprentissage. Il n'est pas rare de voir des fileurs âgés de moins de vingt ans, de toutes jeunes tisseuses, gagner des salaires aussi élevés que les plus anciens ouvriers. Aussi l'école municipale professionnelle, ouverte à Reims depuis 1876, est beaucoup plutôt une école primaire supérieure, pouvant former des employés pour le commerce et les administrations, qu'un établissement d'enseignement professionnel proprement dit.

L'initiative privée a déjà tenté à Reims de nombreuses créations en faveur des ouvriers, en vue d'assurer le bien-être de ceux qui songent au lendemain. Citons, en première ligne, la Société de prévoyance pour la retraite, fondée, en 1849, par un dévoué citoyen, M. Lesage. Son but est de donner, moyennant une cotisation de 40 centimes par semaine, depuis l'âge de vingt ans, une rente de 1 franc par jour à partir de soixante ans. Son capital atteint près de 600 000 francs, le nombre des sociétaires est d'environ 1300. Il existe à Reims, 22 sociétés de secours mutuels, sans compter celles qui sont organisées dans les établissements industriels par les ouvriers, avec ou sans la coopération des patrons. Citons encore la maison de retraite, où les pensionnaires sont admis à l'âge de soixante ans moyennant une somme annuelle de 400 francs, ou un capital calculé sur la durée présumée de la vie; la Société des maisons ouvrières et l'Union foncière, créées l'une et l'autre en vue de la construction de maisons que les ouvriers peuvent acquérir en en payant le prix par annuités.

V.

A côté des établissements destinés au travail de la laine, sont venues se grouper naturellement d'autres industries, ayant pour objet la fabrication des accessoires et des produits nécessaires à la fabrication principale, et aussi l'utilisation des résidus de cette fabrication.

L'industrie des accessoires, tels que garnitures de cardes, cuirs, peignes et harnais pour tissage, donne lieu à un chiffre d'affaires important, tant avec Reims qu'avec le dehors; la première de ces fabrications occupe trois usines fort intéressantes, où un matériel considérable, d'une précision qui rappelle l'horlogerie, n'occupe qu'un personnel extrêmement restreint.

Quant à la construction des machines, qui semblerait appelée à jouer un rôle dans tout grand centre industriel, la cherté et surtout la rareté de la main-d'œuvre l'ont amenée à disparaître, ainsi que nous l'avons déjà dit plus haut, et elle n'est plus représentée aujourd'hui que par des ateliers de réparation sans importance.

La plus considérable des industries secondaires est la fabrication du savon, nécessaire au dégraissage des laines, qui donne lieu à une production de près de deux millions de kilogrammes, d'une valeur d'un million de francs, et occupe quatre usines importantes. A cette industrie est jointe celle de l'extraction des huiles, ou régénération des matières grasses contenues dans les eaux savonneuses de lavage des laines. Les huiles ainsi obtenues sont de nouveau employées pour la fabrication des savons mous. Ces mêmes eaux de dégraissage, ou, plus exactement, les eaux de désuintage, provenant d'un premier lavage à froid de la laine non dégraissée, renferment des sels organiques à base de potasse exempte de soude, qu'on peut en extraire sous forme de carbonate par l'évaporation et la calcination. La découverte de ce procédé, qui donne une potasse éminemment propre à la cristallerie, est due à des Rémois, MM. Maumené et V. Rogelet.

Citons encore un établissement qui s'est élevé à la hauteur d'une institution publique, c'est la *Société des déchets de la fabrique de Reims*, fondée en 1807 et réorganisée en 1845, dans le but de supprimer les détournements commis par les ouvriers au préjudice des fabricants et encouragés par les acheteurs de déchets, qui devenaient de véritables recéleurs. Cette société possède une usine importante, où les déchets, triés, battus et dégraissés, sont ramenés à un état qui permet de les utiliser. Une partie des bénéfices considérables qu'elle réalise chaque année est consacrée à des œuvres de bienfaisance.

Nous ne pouvons parler de cette utilisation des résidus de l'industrie rémoise sans parler aussi de deux causes importantes de pertes, auxquelles on cherche d'ailleurs à remédier en ce moment : la mauvaise qualité des eaux industrielles, et la non-utilisation des eaux d'égouts.

Les eaux employées à Reims, chargées de sels divers et principalement de carbonates à base de chaux et de magnésie, ont un titre hydrotimétrique rarement inférieur à 20 degrés; or le dégraissage des laines et le dégorgeage à la teinture consomment annuellement environ un million et demi de kilogrammes de savon, d'une valeur minimum de 600 000 fr.; avec un titre de 20 degrés, sur 500 grammes de savon par hectolitre, 200 sont décomposés, c'est-à-dire non seulement perdus, mais transformés en un savon calcaire insoluble, qui devient nuisible à la teinture; c'est donc près de 300 000 fr. de savon dépensés en pure perte. Si l'on ajoute à ce chiffre la valeur du tartre, des mordants et des matières colorantes, partiellement décomposés par l'eau, on arrive à un chiffre annuel de pertes de près d'un demi-million.

Quant aux eaux d'égouts, actuellement déversées dans la petite rivière de Vesle, outre qu'elles constituent un danger pour la salubrité publique, elles entraînent une quantité énorme de matières azotées susceptibles d'être utilisées comme engrais, sans compter les matières colorantes des eaux de teinture, dont il ne serait peut-être pas impossible de tirer parti.

Tels sont les deux grands *desiderata* de l'industrie rémoise; pour le premier, M. R. Leblanc propose un procédé de purification des eaux, qu'il exposera au congrès de l'Association française; pour le second, des sociétés sont en voie de formation pour l'utilisation des eaux-vannes, tant par l'irrigation que par l'épuration chimique. L'avenir de la cité rémoise est fortement intéressé à la solution de ces deux questions,

VI.

Il nous reste à parler de la grande source de richesses de toute la contrée, le commerce des vins de Champagne. C'est de l'époque romaine que date l'introduction des vignes dans la région; mais il semble que ce soit seulement de 1668 que date l'art de travailler le vin de manière à le rendre mousseux, et de le conserver en bouteilles hermétiquement bouchées; cette double invention est attribuée à dom Pérignon, procureur de l'abbaye d'Hautvillers.

Sans entrer dans les détails de la fabrication des vins mousseux, rappelons qu'après un pressurage immédiat, qui isole de suite le vin de la pulpe du raisin et l'empêche de se colorer, il séjourne quelque temps dans les tonneaux, où s'effectue une première fermentation, après laquelle il devient transportable. C'est à ce moment que, dans des foudres de dimensions colossales, les maisons de fabrication opèrent le mélange des vins de différents crus, dans des proportions qui conservent toujours à l'ensemble le même bouquet. Puis le vin, mis en bouteilles bouchées à la machine et conservé dans des caves à l'abri des variations de température, subit une nouvelle fermentation, dans laquelle tout le sucre qu'il contenait encore se dédouble en alcool et en acide carbonique. Il se forme en même temps un dépôt, qu'on rassemble au même point par la position verticale de la bouteille, à laquelle on imprime fréquemment des secousses méthodiques. Reste à expulser ce dépôt, par une opération assez délicate, et à remplacer par du sucre candi, dissous à l'avance, le sucre naturel, qui a disparu dans la fermentation. La bouteille, bouchée, ficelée et recouverte d'une capsule d'étain ou d'un capuchon de cire, est alors prête à être expédiée.



Gravé par Erhard

Echelle de 1 : 225.000

0 5 10 KM.

A cause du chiffre énorme de bouteilles que fabrique chaque maison, ainsi que nous allons le dire, d'immenses emplacements sont nécessaires pour effectuer toutes ces manipulations et pour emmagasiner les vins dont le travail est terminé. Aussi, vers 1844, le commerce eut-il une tendance à se porter de Reims à Épernay, dont la situation, au pied d'une chaîne de collines, rendait plus facile la création des caves. C'est à cette époque qu'un négociant de Reims, M. Lelégard, eut l'idée d'utiliser les vastes crayères d'où avaient été tirés, dans l'antiquité et au moyen âge, les matériaux qui servirent à la construction de la cité. Le commerce rémois fut sauvé et ne cessa de se développer depuis cette époque. La fabrication des vins rouges, importante autrefois, a presque totalement disparu aujourd'hui,

Une enquête faite en 1838 démontrait qu'à cette époque le commerce des vins de Champagne occupait un capital fixe de 10 millions de francs et un capital roulant de 30 millions ; qu'il exportait dans toutes les parties du monde 6 millions de bouteilles de vin mousseux, d'une valeur de 18 millions de francs, et une quantité de vins rouges d'une valeur de 1 500 000 francs ; que le nombre de vignerons occupés par cette production était de 2500, et le nombre d'ouvriers de caves de 2000.

A partir de 1842, le mouvement commercial est enregistré chaque année par les soins de la chambre de commerce. Citons seulement quelques chiffres :

En 1847-48, les existences en caves sont de 23 122 994 bouteilles, le mouvement total de 8 186 874.

En 1858, on évalue l'exportation à 12 millions de francs pour l'étranger, sans compter 3000 hectolitres de vin rouge, valant 225 000 francs, et le commerce intérieur s'élève à 3 millions. Les existences en caves sont de 21 628 251 bouteilles, le mouvement total de 13 554 000. La production de la vigne atteint, en cette année, 50 hectolitres par hectare, environ le double des années moyennes.

En 1878, les existences sont de 35 969 219, le mouvement total de 19 878 605 bouteilles.

Enfin, en 1879-80, les existences atteignent 68 540 668 bouteilles, sans qu'il y ait une augmentation notable dans le mouvement total, c'était donc une crise, qui paraît franchie à présent.

Les vins de Champagne s'exportent dans tous les pays du monde ; les débouchés les plus importants sont l'Angleterre, l'Allemagne, la Russie, les États-Unis d'Amérique, l'Amérique du Sud, les Indes, etc.

Le département de la Marne renferme 16 500 hectares de vignes, dont 7624 dans l'arrondissement de Reims et 5687 dans celui d'Épernay. La carte ci-contre, extraite du grand ouvrage de M. Élisée Reclus (1), est celle de la région viticole, comprise presque tout entière entre Reims et Épernay (2). Les coteaux couverts de vignes s'étendent depuis Écueil jusqu'à Cumières, en contournant la Montagne, et se retrouvent sur la rive gauche de la Marne, de Pierry au Mesnil. Bouzy, à l'est de la Montagne, et Villedommange, situé au-dessus d'Écueil, étaient jadis les centres de production des vins rouges. Ay, grâce à son exposition au midi, possède les vignobles les plus renommés pour la fabrication des vins mousseux. « Si ce commerce enrichit les maisons qui s'y adonnent, il n'est que juste de reconnaître qu'il amène dans les vignoblés de la Champagne l'aisance et la richesse. Le vigneron vend ses raisins ou ses vins à de très bons prix qui lui sont payés presque au comptant, et il voit sa propriété augmenter sans cesse de valeur entre ses mains. L'hectare de vigne a au moins quadruplé de prix depuis trente ans (1). »

(1) *Géographie universelle*, de M. Élisée Reclus, t. VI, p. 706.

(2) La région industrielle dont les usines se rattachent à la fabrique de Reims s'étend au nord de la portion figurée sur la carte, et comprend, avec une partie du département de la Marne, tout l'arrondissement de Rethel, dans les Ardennes, et une fraction du département de l'Aisne,

Ajoutons que l'ouvrier de cave, bien payé, ayant un travail moins pénible et plus sain que l'ouvrier de fabrique, est généralement heureux et rangé, et n'a pris aucune part aux grèves qui ont, dans ces derniers temps, agité la population rémoise.

Nous nous résumons : Reims a été et est plus que jamais une ville riche et prospère; sa population, qui a triplé depuis le commencement du siècle, atteint maintenant 85 000 habitants; les grandes fortunes y abondent, et l'aisance règne dans la majeure partie de la population. Mais, si Reims veut garder le rang qu'elle a su conquérir par son travail, elle ne doit pas oublier qu'elle s'y maintiendra seulement en marchant avec le progrès. La concurrence étrangère rend l'exportation de plus en plus difficile; l'outillage des autres nations se multiplie et se perfectionne, et ce n'est qu'en cherchant sans cesse à faire mieux et à meilleur marché qu'elle pourra soutenir la lutte. De plus, les événements récents ont montré que, si la population ouvrière rémoise a été jusqu'alors docile et laborieuse, elle aspire à profiter pour sa part du bien-être dont elle se voit entourée; c'est en étudiant sainement les améliorations possibles et en opposant aux solutions violentes des utopistes les solutions rationnelles de la participation et des caisses de retraite, que les industriels s'assureront d'une manière stable le concours indispensable de leurs collaborateurs. Puisse le prochain congrès, en leur apportant les lumières de la science économique, faire sentir à tous cette double vérité !

H. PORTEVIN,
Ancien élève de l'École polytechnique.

GÉOGRAPHIE

Les terres à blé de la rivière Rouge et les grandes fermes du Dakotah.

Il ne faut pas confondre la rivière Rouge du Nord — *the Red river of the North* — avec la rivière Rouge, affluent du Mississipi. La première sort, comme le Mississipi lui-même, de ce lac de la Biche transformé en lac Itasca par une fantaisie pédantesque et maladroite de l'américaniste Schoolcraft. Le Mississipi coule d'abord vers le nord-est, comme pour aller se perdre vers le lac Supérieur, et la rivière Rouge, elle, marche vers le sud, comme pour chercher le golfe du Mexique. Mais bientôt les deux cours d'eau changeant également de direction, le Mississipi tourne au sud et la rivière Rouge au nord. Elle arrose l'État de Minnesota et le territoire de Dakotah, puis traverse le lac Ouinipeg pour aller se jeter, sous le nom de rivière Nelson, dans la mer d'Hudson, après un parcours de 1450 kilomètres. Mais le volume d'eau qu'elle roule est loin de correspondre à la longueur de son

(1) *Notice sur l'industrie de la ville et de l'arrondissement de Reims en 1876*, publiée par la Chambre de commerce,

cours et à l'amplitude de son bassin. Ce n'est guère qu'une sorte de fossé sinueux aux eaux d'un blanc terreux, car c'est au souvenir des luttes sanglantes que jadis les Sioux et les Saulteux se livraient sur ses bords qu'elle doit l'appellation de Rouge, et devant la ville de Ouinipeg, où elle reçoit l'Assiniboine, sa largeur ne dépasse point quelque 120 ou 150 mètres.

Un sol alluvionnel d'une fertilité telle qu'en certains endroits on a pu, dit-on, lever du froment pendant quarante ans consécutifs sans l'aide d'engrais et sans appauvrissement apparent du terrain; d'immenses prairies, où les bouquets d'arbres, les gazons et les monticules alternent, généralement ondulées et sillonnées de cours d'eau sur les bords desquels de beaux bois de construction se dressent; une législation agraire si libérale qu'elle concède gratuitement, sous la seule condition d'une résidence de trois ans, un lot de 64 hectares à tout colon sujet britannique ou naturalisé qui le sollicite, voilà certainement d'incontestables éléments de succès pour la colonisation des terrains de la rivière Rouge. Ce n'est point du climat que pourrait venir l'obstacle : les hivers du Minnesota, du Dakotah et du Manitoba ne sont pas plus rudes que ceux de Québec, et les divers voyageurs qui ont parcouru le bassin de la rivière Rouge s'accordent à louer la beauté de ses sites et la salubrité du pays. Il y fait assurément très froid en hiver et, au mois de janvier, il arrive au thermomètre de descendre de 15 à 35 degrés au-dessous de zéro. Grâce à l'éclat du soleil, à la pureté et à la tranquillité de l'atmosphère, ces basses températures se supportent mieux néanmoins qu'au Canada proprement dit, et la succession des saisons est plus régulière et plus constante. La chute moyenne de la neige ne dépasse point six pouces et, comme elle a lieu par petites quantités et par intervalles, elle ne s'entasse pas, elle n'obstrue pas les routes. En plein cœur de l'hiver, les bisons se rencontrent jusqu'à une latitude aussi élevée que celle du lac Athabasca; les chevaux des colons vont librement brouter dans les bois, et l'on voit les Indiens, ainsi que les métis, camper en plein air et dormir enveloppés dans leurs peaux de bisons, sans autre abri qu'une tente de la peau du même animal.

Le gouvernement anglais chargea, il y a quelque dix mois, deux membres du parlement, MM. Clare Sewell Read et Albert Pell, de se rendre tant au Canada qu'aux États-Unis, afin d'étudier dans ces deux pays les conditions de la production agricole. Ces deux messieurs, après avoir parcouru le Manitoba et la portion du bassin de la rivière Rouge qui appartient au Dominion, visitèrent l'État de Minnesota et le territoire de Dakotah, qu'elle arrose également, sur le territoire de la grande République nord américaine. Dans leur itinéraire à travers les États-Unis, ils ont voulu tout voir, tout examiner. Ils ont été dans les États de la Nouvelle-Angleterre, dans la Pensylvanie et le Maryland, dans le New-York, l'Ohio, l'Indiana, l'Illinois, le Kentucky, l'Iowa, le Missouri; ils ont visité, dans la région du nord-suest, le Michigan, le Wisconsin et le Nebraska; ils ont passé par le Kansas et ont poussé dans le sud-ouest jusqu'au Texas. MM. Read et Pell ont ainsi fait en Amérique plus de 17 000 milles ou de 27 253 kilomètres, et on devine quelle moisson d'informations ont dû rapporter chez eux deux hommes aussi intelligents et deux agronomes aussi pratiques. Elles fourniront certainement aux presses officielles de S. M. la reine Victoria la matière de l'un des *Blue Books* les plus intéressants qui en soient jamais sortis, et nous sommes bien de l'avis du correspondant du *Times,* à qui nous empruntons ces divers détails, que s'il prenait fantaisie à ces messieurs de se faire journalistes, ils occuperaient d'emblée le premier rang dans la *guild* des *reporters* internationaux.

Sur la plus grande partie de leur parcours, les commissaires royaux ont rencontré, sous le rapport de l'occupation comme de la culture du sol, des conditions très différentes de celles de leur patrie. Mais, en Californie, au Minnesota et au Dakotah, sur les bords de la rivière Rouge, ils ont aussi retrouvé le système anglais des grands propriétaires et des grands fermiers, dans les domaines de M. William Dalrymple, de M. Chesney et de M. Grandin, qui occupent la superficie de comtés entiers; dont les emblavures s'étendent sur des centaines, voire des milliers d'hectares, et dont les produits se chiffrent par des centaines de mille francs. Les propriétaires de ces immenses exploitations sont moins des agriculteurs que des capitalistes qui appliquent à la culture du sol les procédés de la grande industrie; ce sont des banquiers et des négociants de New-York qui ne considèrent l'agriculture que comme une spéculation fructueuse et qui, grâce tant au bas prix de la main-d'œuvre dans le Far-West qu'à l'emploi en grand de la mécanique agricole, réussissent à tirer de leurs capitaux des revenus de 20 à 40 pour 100. Mais ils ne résident pas dans le pays; ils n'y ont aucune attache et c'est par l'intermédiaire d'intendants que s'accomplit toute la besogne de ces grandes exploitations. Dans ce système, le laboureur n'est qu'un bras et ne saurait être autre chose. Les *wheat farms* ne renferment que les bâtisses strictement nécessaires pour abriter les moissonneurs pendant les quelques semaines que durent les travaux de la moisson. Ces travaux achevés, les moissonneurs disparaissent comme ils étaient venus : ils ont reçu leurs salaires, et rien ne les retient désormais sur cette terre qu'ils reverront peut-être l'année suivante, mais dans les mêmes conditions d'un travail fugitif à faire et d'une rémunération également fugitive à recevoir.

Ce sont là, il faut en convenir, des conditions de propriété et de culture nouvelles aux États-Unis, des conditions qui s'harmonisent assez mal avec le caractère si franchement démocratique de leurs institutions et des habitudes de leurs habitants. Elles ne sont guère favorables à la colonisation, comme l'*Atlantic Monthly Magazine,* qui est la principale revue de Boston, en faisait tout récemment la remarque. Le nombre de fermes à froment de plus de 400 hectares, disait ce recueil, qui avait triplé déjà depuis quinze ans, s'est encore accru dans d'énormes proportions depuis 1875, entre les stations de Bismarck et de Fargo sur le Pacifique du nord. Sur un parcours de 195 milles seulement, on en rencontre une vingtaine de 400 à 1000 hectares, déjà cultivées ou en préparation. Le système, grâce au bon marché des terres, comme à la facilité qu'ont les *farmers* de se procurer des

bras à raison de 3 francs à 3 fr. 50 par jour, le système gagne du terrain et le *Monthly Magazine* est fort loin de s'en réjouir. Il l'accuse de retarder la colonisation du Minnesota et du Dakotah, où il fleurit surtout à cette heure. Que peuvent faire en vérité le petit nombre de colons qui se hasardent à lutter contre ces grands propriétaires, disposant d'immenses capitaux et de toutes les puissantes ressources de la mécanique agricole, si ce n'est végéter et finalement se ruiner? Aussi le pays ne se peuple-t-il pas et n'y voit-on pas se fonder de villages avec leurs églises et leurs écoles, leurs bureaux de poste et leurs télégraphes, leurs imprimeries et leurs journaux.

Au surplus, regrettable ou non, le fait existe, et il subsistera tant qu'une population clairsemée et de vastes espaces vacants de terrain permettront aux gens riches de l'est de se tailler dans les nouveaux États ou territoires du Far-West des domaines grands comme une principauté européenne au moyen âge. C'est ainsi qu'à Casselton, dans le Dakotah et dans la vallée de la rivière Rouge, M. Oliver Dalrymple est à la tête d'un domaine, une *farm*, comme on dit là-bas, de 75 000 acres ou de 30 000 hectares! Il y a quatre ans, elle faisait encore partie de l'interminable *prairie*, et ses seuls habitants étaient l'écureuil, le canard et l'oie sauvage, le bison, l'antilope et le cerf. Mais les directeurs du *Northern Pacific Railway*, qui avaient acquis ces terrains, eurent un jour la bonne idée de les confier à M. Olivier Dalrymple, que leur recommandaient ses succès dans l'exploitation de la ferme de 6000 acres — 2400 hectares — qu'il possédait pour son compte au lac Elmo, près de Saint-Paul du Minnesota. M. Dalrymple était en face d'un sol d'alluvions noir et friable, tout à fait exempt de pierres, profond de 12 à 20 pouces et reposant sur des couches argileuses très riches en détritus végétaux. Il s'est mis sur-le-champ à l'œuvre, et son œuvre de transformation de cette solitude, quoique incomplète encore, a été déjà poussée si loin, conduite d'une façon si intelligente et si vigoureuse tout ensemble, qu'elle a excité l'admiration de MM. Read et Pell, lorsque, le 26 septembre dernier, ils ont visité sa *farm* (1).

Un premier fait qui frappe tout d'abord le visiteur, c'est que tout, dans cette gigantesque exploitation, dépend d'un plan systématique, et que tous les détails en sont soumis à des arrangements également systématiques. Leur importance n'y fait rien, et chez M. Dalrymple, tel détail secondaire auquel on s'arrête peu, dans une ferme d'une centaine d'ares, est l'objet d'une attention particulière : le temps et la main-d'œuvre sont constamment économisés. Dans une des subdivisions de la propriété, on a établi, au coût de 300 dollars, des communications télégraphiques entre le bureau du surintendant et celui de son premier agent, et l'on s'occupe d'étendre à tout le domaine ce système de transmission des ordres aussi direct que rapide. Des bâtiments en bois, simples mais confortables, ont été bâtis sur les points convenables : ils servent de logements aux surintendants, de dortoirs, de cuisines et de réfectoires pour les ouvriers; d'étables, d'écuries, d'ateliers pour les forgerons et les charpentiers; de remises enfin pour les outils et les instruments aratoires. A proximité de ces bâtiments, on a creusé, dans les couches de sable et de gravois sous-jacentes à l'argile, des puits dont la profondeur varie de 50 à 80 pieds, et des plantations d'arbres commencent à s'élever de divers côtés.

Le domaine est divisé en sections de 500 ares — 200 hectares — placées chacune sous la surveillance et la direction d'un surintendant. Celui-ci, à son tour, a sous ses ordres immédiats deux contremaîtres ou agents principaux, *foremen*, dont l'un, à cheval, conduit aux champs de quinze à vingt attelages, surveille les labours, la condition des animaux, ainsi que le jeu et l'effet utile de l'outillage, observe enfin la conduite des hommes et la note. Le taux des salaires varie suivant la saison : au printemps, ils sont de 18 dollars (90 fr.) par mois; pendant la moisson, ils s'élèvent quotidiennement de 2 à 2,25 dollars par jour (de 10 fr. à 11 fr. 25), pour redescendre à 25 dollars pendant les mois d'automne. A toute époque d'ailleurs, les salaires se combinent avec la nourriture. Celle-ci comporte trois repas chauds par jour, l'un vers six heures du matin, le second à midi, le troisième à sept heures du soir, composés tous les trois de viande, de pain et de gâteaux, de pudding, de café et de thé; mais il n'est servi ni bière ni boissons fortes. Les magasins de la ferme n'en renferment pas davantage, quoique abondamment pourvus par ailleurs de toutes sortes de comestibles, qu'ils distribuent, en dehors des allocations réglementaires, aux ouvriers qui le désirent, et cela aux prix les plus modérés. Ils sont tous d'excellente qualité, et le correspondant du *Times* loue tout particulièrement, pour y avoir goûté, les thés et les cafés des magasins de Casselton.

La campagne terminée, tous ces hommes — et par moment on n'en compte point moins de 600 à Casselton — sont invariablement congédiés, à part une dizaine que l'on conserve pour avoir soin des chevaux et du bétail pendant l'hiver. Ailleurs qu'en Amérique, une pareille mesure pourrait sembler quelque peu brutale : elle ne le paraît pas dans les États de l'ouest, où ces hommes trouvent aisément de l'occupation dans les bois comme bûcherons et scieurs de planches. D'ailleurs, la mesure n'a rien d'inattendu pour ceux qui en sont l'objet : ils savent qu'à Casselton ils n'ont d'autre valeur que celle de leurs bras et que, la besogne de ces bras une fois faite, ils seront remerciés et renvoyés jusqu'à l'année prochaine. C'est l'application de la maxime *sublata causa tollitur effectus :* chacun s'y attend et y est résigné d'avance.

Il y a maintenant 20 000 acres, soit 8000 hectares sous culture à Casselton, et chaque année on voit défoncer 5000 autres (2000 hectares). Les portions non cultivées servent principalement de prairies à foin et de pâturages pour les vaches laitières. Le défoncement de la prairie n'est d'ailleurs ni difficile ni coûteux, le sous-sol ne renfermant ni racines, ni pierres. Une simple charrue conduite par un seul homme et attelée d'une couple de chevaux, de trois tout au plus, suffit à la besogne et retourne le sol sur une superficie

(1) Un correspondant du *Times* lui a raconté cette visite, et il décrit le domaine de M. Dalrymple, dans son numéro du 30 octobre. Son récit nous sert de guide.

de 4 pouces et une profondeur de douze. Pendant les longs jours de mai et de juin, une journée de dix heures suffit généralement au défoncement d'un acre 1/2 (60 centiares) et M. Dalrymple n'estime point à plus de 2 dollars 1/2 le coût de l'opération, y compris l'usure des engins qui y servent. Même dans ce pays de nouveaux colons, on peut se procurer facilement les services de petits fermiers ou d'autres laboureurs, qui amènent avec eux une paire de bons chevaux au prix de 15 francs par jour, et, comme on l'a déjà dit, ils retournent régulièrement 1 1/2 acre par jour.

M. Dalrymple et M. Dutton, l'un de ses surintendants les plus capables et les plus intelligents, préfèrent les mules aux chevaux comme instruments de labour : ils les trouvent plus dures à la fatigue, moins fantasques de tempérament et moins sujettes aux maladies en même temps. Ces mules sont achetées à Saint-Louis, à l'âge de cinq ou six ans; elles pèsent de 1200 à 1600 livres en moyenne et coûtent, l'une dans l'autre sur le marché, 700 francs, auxquels il faut ajouter les frais de conduite ou de transport de Saint-Louis à Casselton, frais évalués à 50 francs par chaque bête. Les chevaux reviennent à peu près aux mêmes prix que les mules : ils sont entretenus et nourris de la même façon. Ils sont logés au nombre de 50 environ dans de vastes écuries, et sont placés par couples dans des stalles carrées de 9 pieds, pourvues de rateliers et de mangeoires à la mode anglaise. Le harnachement léger, dont on se sert indifféremment pour la charrue, comme pour le chariot et la voiture, coûte 115 francs par chaque animal et est censé durer dix ans. La nourriture, qui est l'objet des soins tout particuliers du chef d'écurie, — *stable-boy* — se compose quotidiennement de 12 quarts d'avoine et d'orge, avec 15 ou 20 livres de foin de prairie. Pendant l'hiver, la quantité de grain se réduit naturellement; mais le repos dont les bêtes jouissent alors pendant cinq mois environ et les grands soins dont elles sont l'objet constant à l'écurie expliquent leur bonne mine et leur facilité à supporter, en bonne santé, un travail quotidien de onze heures et plus parfois, pendant la saison d'été.

Les travaux de l'année commencent vers la fin de mars, époque où l'on rassemble les travailleurs. Toute la terre que l'on doit ensemencer a été au préalable labourée pendant l'automne précédent, et celle qui est ensemencée pour la première fois reçoit de nouveau alors la visite de la charrue, afin de la bien purger des mauvaises herbes et de toute plante parasite. Dès que la terre est dégelée à six pouces de profondeur, on procède à l'ensemencement, qui généralement a lieu pour le froment au 1er avril; la semence est empruntée à la variété dite froment de Fife en Écosse, et elle est distribuée à l'aide de machines, dont 100 fonctionnent régulièrement et quotidiennement pendant trois semaines. Deux cents assemblages de herses complètent la besogne : elles passent sur le sol une couple de fois et M. Dalrymple a l'habitude de dire facétieusement « qu'elles font bien leur œuvre et comme il le leur a ordonné ». Ces herses sont réunies quatre à quatre par des chaînes : elles couvrent ainsi vingt pieds de terrain et il faut quatre mules pour les traîner. Chaque herse a 72 dents rondes, et l'assemblage coûte de 70 à 75 francs.

De fortes pluies surviennent d'ordinaire aux mois de juin et de juillet, et depuis quatre ans, les saisons se sont montrées propices sur la ferme de Casselton et dans tout le Dakotah. L'an dernier, cependant, des sécheresses persistantes vinrent alarmer les fermiers du territoire, et l'on dit des prières dans les temples pour implorer de la miséricorde divine la venue de la pluie. Elle vint en effet en temps utile, et ce fut fort heureux, car une semaine de sécheresse de plus et toutes les récoltes étaient perdues. Aussi bien la sécheresse paraît-elle être dans ces régions le grand ennemi de l'agriculture, car les orages et les tornades, si fréquents dans le sud, sont complètement inconnus dans cette partie du Far-West. Les vers et les papillons sont, en outre, inconnus sur la ferme de M. Dalrymple; les souris et les rats n'ont pas élu davantage domicile au Dakotah et les oiseaux nuisibles, tels qu'éperviers, alouettes, freuses, y sont très rares. Les sauterelles ont bien fait quelques ravages en 1876, et elles ont diminué la récolte de trois boisseaux par acre; mais elles ne sont pas revenues, et M. Dalrymple estime que son domaine est situé beaucoup trop au nord pour avoir à redouter leurs dégâts d'une manière bien régulière.

La moisson commence vers le 1er août et l'on engage pour ses travaux 300 hommes de plus : pendant qu'elle dure, 115 moissonneuses automatiques sont à l'œuvre; une centaine sont du type Crooker, et les autres du type Mac-Cormick. L'un et l'autre paraissent admirablement fonctionner : en douze jours, le grain est séparé de sa tige et la paille coupée. On ne perd pas son temps à le mettre en tas : 21 batteuses achetées à Buffalo et coûtant chacune 3000 francs, le battent à mesure, tandis que dix chariots, attelés chacun de deux chevaux ou de deux mules, le transportent ensuite à proximité de la voie ferrée. Une troupe de vingt cinq hommes préside au fonctionnement des batteuses et des chariots, de façon à livrer mille boisseaux de froment par jour à la station du chemin de fer. Celui-ci, à son tour, charge quotidiennement quatre cents boisseaux répartis en cinquante wagons, et se tient prêt à les expédier à Duluth, sur la rive occidentale du lac Supérieur, à une distance de 254 milles de Casselton.

M. Dalrymple évaluait sa récolte de 1879 aux mêmes quantités, ou à peu près, que celles des années précédentes, c'est-à-dire à une moyenne de 20 boisseaux par acre, ou de 18 hectolitres environ par hectare pour le froment. Les avoines, elles lui ont livré 50 boisseaux à l'acre, soit 45 hectolitres par hectare; l'année précédente, elles avaient donné jusqu'à 60 boisseaux par acre, ou 54 hectolitres par hectare. Le rendement des orges enfin a été de 40 boisseaux par acre, ou de 36 hectolitres par hectare. Quant au coût de production, M. Dalrymple l'a rabaissé aussi bas que possible, un acre planté en froment ne lui revenant qu'à 42 fr. 50 en frais de culture, ce qui donne 105 francs par hectare et fait ressortir à 42 cents (4 fr. 20) le prix du boisseau. Or ce boisseau se vend en moyenne 75 ou 80 cents (7 francs ou 8 francs) sur le marché de Casselton : la marge du profit est donc fort belle et rappelle le gain du Hollandais qu'il disait être de 1 pour 100 seulement et qui en fait se trouvait centuple.

Maintenant une question se dresse, aussi intéressante pour le consommateur que pour le producteur lui-même : c'est celle de savoir si ces récoltes et ces profits sont destinés à durer toujours. Jusqu'ici aucun symptôme de diminution ne s'est manifesté dans les uns ou dans les autres, et la terre est en bon état, quoiqu'elle n'ait pas encore reçu le fumier des étables qui continue de s'entasser. Le seul amendement dont les 20 000 acres sous culture aient profité est la paille de leurs récoltes, qui est toujours brûlée sur place, et cette fumure a été jusqu'à cette heure suffisante pour entretenir dans le sol assez de potasse et de phosphate pour qu'il continue d'être nourricier. Il est néanmoins assez difficile de prédire combien de temps il continuera de l'être, quoique sur des terres de même qualité on ait constaté, en divers points du territoire, une succession de vingt récoltes abondantes sans l'intervention d'aucun agent réparateur. M. Dalrymple, cependant, est un agronome trop habile et trop avisé pour se fier trop longtemps à la puissance naturelle de production de sa terre, au risque de l'épuiser tout à fait. Déjà, en ayant soin de faire pénétrer d'année en année la charrue d'un pouce plus avant dans le sol, il ménage à ses récoltes une alimentation nouvelle, et s'il songe, tous les quatre ans par exemple, à faire pousser des luzernes au lieu de céréales, c'est qu'il s'occupe du maintien de la terre dans sa fertilité originelle.

Les circonstances dans lesquelles a eu lieu la formation de ces grands domaines en expliquent très bien l'existence ; mais tout indique qu'avant longtemps ils se démembreront en lots de 150 à 200 acres, superficie qui est le maximum de contenance des fermes dans les États de l'est, du centre et même du nord-ouest généralement. Dans la partie de la rivière Rouge qui appartient au Dominion, c'est la moyenne et même la petite culture qui prévalent exclusivement, et ce sont elles qui peuplent le pays. En 1873, Ouinipeg, la capitale du Manitoba, n'était qu'un amas de constructions en bois ou en briques éparpillées çà et là le long d'avenues rectilignes et ne comptait pas plus de 2000 habitants. Ce nombre est aujourd'hui de 10 000 et la ville s'est ornée de beaux édifices publics; elle renferme de vastes magasins, de grands hôtels, un collège, de nombreuses écoles, deux sociétés littéraires, etc., etc. De même, la colonie de Fort-Garry se développe rapidement ; fondée en 1811, année où le comte de Selkirk acquit de la compagnie d'Hudson une large bande de terrain qui s'étend sur les deux rives de l'Assiniboine, à quelques mètres en amont de son confluent avec la rivière Rouge, elle n'eut assez longtemps pour habitants que les Écossais amenés par son fondateur, Écossais lui-même. Avec le temps, ce noyau s'est accru, et Fort Garry est aujourd'hui le centre d'un groupe de 7000 hommes fort hétérogène, d'ailleurs : il y a là des Bas Canadiens et des Haut Canadiens, des Yankees et des Peaux-Rouges, des métis français ou anglais. Ceux-là qui se désignent eux-mêmes sous le nom de Bois-Brûlés, à raison de leur couleur, sont les descendants de ces intrépides coureurs des bois, de ces trappeurs et de ces chasseurs qui se lancèrent de bonne heure dans les solitudes de l'ouest canadien, se familiarisèrent avec ses bois, ses lacs, ses rivières, et vécurent sous le wigwam des Indiens, adoptant souvent leurs mœurs et leurs coutumes et se mariant même avec leurs femmes et leurs filles.

Aussi bien le gouvernement canadien fait-il de son mieux pour attirer l'émigration là-bas. Une loi de 1867, connue sous le nom de *the British North America act,* a remis aux gouvernements locaux la disposition des terres domaniales, — *crown lands* — dans les provinces d'Ontario, Québec, Manitoba, Nouveau-Brunswick, Nouvelle-Écosse, Colombie anglaise et l'île du Prince-Édouard. L'usage que ces gouvernements ont fait de leur prérogative n'a point été partout la même, et de province à province, le système terrien offre des différences assez caractéristiques. Dans la Colombie anglaise, les statuts distinguent entre les terrains non cadastrés et les terrains cadastrés. Ceux-ci s'achètent au prix d'un dollar l'acre — 12 fr. 50 l'hectare — tandis que les autres s'acquièrent par voie de préemption jusqu'à concurrence de 320 acres (128 hectares) au nord et à l'est des monts Cascades et de 160 acres (64 hectares), au sud et à l'est, moyennant une somme de dollars une fois payés et sous la condition d'une occupation continue *bona fide* durant quatre années consécutives. Dans la Nouvelle-Écosse, les terres incultes s'obtiennent au prix de deux francs l'acre ou de 5 francs l'hectare, cette cession emportant, comme dans tout le Dominion d'ailleurs, les richesses minérales du tréfonds. Mais dans le Nouveau-Brunswick, les lots de terres se louent à l'occupant avant de devenir sa propriété incommutable, et cette propriété ne lui est d'ailleurs acquise que sous la triple condition d'effectuer un premier payement de vingt dollars, de se bâtir une maison et de défricher au moins 10 acres dans l'espace de trois années.

Les colons déjà établis sont d'ailleurs aptes à recevoir dans ces mêmes conditions et sous ces mêmes réserves, mais à titre entièrement gratuit, des lots de 100 acres, s'ils sont célibataires et de 200 cents, s'ils sont mariés et pères de deux enfants. Une disposition analogue figure dans les lois de la province d'Ontario : tout chef de famille y est susceptible de recevoir une concession gratuite de 200 acres et chaque personne âgée de dix-huit ans, garçon ou fille, une concession de 100, de telle sorte qu'une famille nombreuse peut se trouver, sans bourse délier, à la tête d'une vaste exploitation. Ces sortes de faveurs sont au surplus limitées à certains districts : dans les autres, la terre se vend sur le pied de 4 à 5 francs l'acre (de 10 à 12 fr. 50 l'hectare) et au delà, aux enchères publiques. Dans la province de Québec, le prix des terres est fixé, de temps à autre, par le Conseil privé, et des lots de 100 acres sont réservés, le long des grandes routes dites de colonisation, à tout immigrant âgé de dix-huit ans, qui en fait la demande. Il en acquiert définitivement la propriété au bout de quatre ans, pourvu qu'il ait bâti une maison et défriché 12 acres.

Toutes ces dispositions sont assurément fort libérales, mais les lois terriennes du Manitoba le sont plus encore. Le sol arable de la province a été divisé en sections d'une contenance chacune de 256 hectares, et ces sections se subdivisent à leur tour en quatre lots de 64 hectares chacune. Une

d'elles se concède gratuitement, sous la seule clause d'une résidence de trois ans, à tout colon, sujet britannique ou immigrant naturalisé, qui la sollicite. Ces trois ans expirés, il peut acheter le lot contigu sur le pied de 2,5 dollars l'hectare, et toutes facilités lui sont données pour s'acquitter du prix. Que, dans le délai de ces six années, le colon ait planté dix acres en bois, une troisième concession de 64 hectares l'attend s'il la désire, tant le gouvernement se montre soucieux de favoriser le boisement du pays dans le double dessein de l'assainir et d'en accroître les ressources commerciales. Quant au quatrième lot, il reste à la disposition du colon, au prix de 2 1/2 dollars l'hectare, de telle sorte que celui qui use de tous ses privilèges finit par réunir dans ses mains la propriété de 256 hectares, obtenue moitié pour rien, moitié pour 1600 francs (1).

Diverses routes conduisent les touristes ou les immigrants au Manitoba. Ceux qui aiment une locomotion prompte et facile peuvent à leur gré gagner Saint-Paul de Minnesota par les chemins de fer des États-Unis, et y prendre le *Saint-Paul and Pacific Railroad,* qui s'embranche sur la principale ligne du *Canadian Pacific*, et les conduit à Ouinipeg, ou bien encore s'embarquer à Buffalo sur l'un de ces steamers qui desservent quotidiennement Érié, Cleveland, Détroit, le Sault-Sainte-Marie; puis, une fois arrivés à Duluth, se rendre au Manitoba par le *Northern Pacific* et le chemin de Saint-Paul. Les voyageurs qui aiment l'imprévu et le pittoresque, qui ne redoutent pas trop à l'occasion un bain forcé dans une rivière, qui se résignent aux petites misères de la vie en canot et au véritable supplice de la charrette dans la prairie, ceux-ci préféreront la route Dawson à toute autre, d'autant plus qu'elle les mettra en contact, sur quelques points de son parcours, avec des groupes de Peaux-Rouges, tels par exemple que les Chippewas, ou « Saulteux des bois» de la rivière de la Pluie, qui sont restés fidèles, malgré le voisinage des blancs, aux vieilles coutumes et aux vieux instincts de leur race et qui, bien que doux et hospitaliers, se tiennent volontiers dans une attitude de réserve hautaine. Cette route, longue de 700 kilomètres, va de Thunder-Bay, au fond du lac Supérieur, jusqu'à Ouinipeg; elle porte un nom anglais, et c'est simple justice, puisque l'idée première en appartient à un Anglo-Canadien, qui la proposait dès 1859, qui la commençait onze ans plus tard et qui finalement l'a menée à bonne fin en dépit des mille difficultés d'un travail de ce genre au milieu d'un pays inhabité et presque entièrement inconnu, un pays coupé de rochers et de marécages, sillonné de cours d'eau, parsemé de forêts et de lacs. Mais si cette route s'appelle la route Dawson, les lacs ou les rivières qu'elle emprunte, les localités et les prairies qu'elle traverse portent des noms français et bien français. De Thunder-Bay à fort Francis, la première de ses grandes étapes, c'est le lac des Mille Lacs, ainsi nommé de la multitude d'îles qui le découpent en petits bassins presque indépendants les uns des autres; c'est le portage Français et le portage des Pins; c'est le lac de l'Esturgeon et la rivière Maligne, qui justifie si bien le nom qu'elle doit aux anciens voyageurs, tant elle cache de remous, de courants et de tourbillons perfides sous l'apparente tranquillité de ses eaux; c'est enfin la rivière de la Pluie, beau et majestueux cours d'eau, large de 400 mètres, qui sépare les Etats-Unis du Dominion Canadien.

De Fort-Francis à Fort-Garry, c'est le rapide le Long-Sault, et le lac des Bois, magnifique nappe d'eau longue de 110 kilomètres et large d'autant, toute constellée d'îles et d'îlots innombrables, respectée par les Peaux-Rouges comme le séjour favori de leur grand Manitou et redoutée d'eux parce que le Keninebil, ou grand serpent, en garde les falaises; c'est la station de la rivière aux Bouleaux, celle de la Bouche Blanche et le relais de la Pointe-des-Chênes, petite paroisse de métis français. Une petite cabane s'élève près de la route, M. de Lamothe y entra pour se désaltérer, et à peine avait-il décliné sa nationalité qu'il se voyait entouré de tous ses habitants avides de voir un *Françа de France*. Une conversation familière s'engagea, à laquelle les enfants eux-mêmes prirent part, et une bonne femme lui dit, non sans un grain de fierté naïve : « Ah ! monsieur, chez nous, c'est pas du monde des vieux pays. Dans c' pays *cite,* nous sommes des pauvr' Franças sauvages; mais voyez-vous, nous sommes de bons Français tout de même (1) ».

AD.-F. DE FONTPERTUIS.

(1) On trouve une compendieuse compilation des *Land Laws* canadiennes dans un document officiel — *the Colonisation Circular* — un volume qui paraît de temps en temps par les soins des commissaires de l'émigration et des terres domaniales.

(1) *Cinq mois chez les Français d'Amérique;* Paris, Hachette, 1879.

VARIÉTÉS

Cours de physique de l'École polytechnique (2).

Il n'est pas une personne ayant quelque habitude de travail qui ne sache combien il est difficile de trouver le renseignement dont on a besoin. Les ouvrages complets, les encyclopédies n'existent pas. C'est toujours la réponse désirée et le mot cherché qui sont absents. Nous devons avouer pourtant que le traité de physique de M. Jamin est un des rares ouvrages où l'on trouve le plus souvent ce que l'on cherche. Ce n'est pas qu'il soit d'une longueur démesurée. Les bons ouvrages peuvent être courts, et il ne comprenait en effet que trois volumes pour toute la physique; mais les progrès de la science et le succès des premières éditions ont pourtant exigé que l'ouvrage fût refondu, et les auteurs de l'édition nouvelle, MM. Jamin et Bouty, ont entièrement modifié le plan primitif et ajouté un quatrième volume.

Ils se sont bornés seulement à joindre au tome Ier un sup-

(2) *Cours de physique de l'École polytechnique,* par M. J. Jamin. — Troisième édition, augmentée et entièrement refondue, par M. Jamin, membre de l'Institut, et M. Bouty, professeur au lycée Saint-Louis. (Gauthier-Villars.)

plément signé par M. Bouty ayant pour titre *Théorie des phénomènes électriques* et contenant une exposition très claire de la théorie du potentiel et de ses applications aux mesures électriques et à l'étude des batteries de Leyde.

Nous avons entre les mains le tome II complet et deux fascicules du tome III, dont le dernier paru est relatif à l'acoustique. Nous remarquons que les matières correspondant à l'enseignement de la classe de mathématiques spéciales (Thermométrie et dilatation, optique géométrique) forment des fascicules séparés, ayant une pagination distincte.

Il est évident que les éditeurs devront adopter la même disposition pour le tome Ier de leur quatrième édition, comprenant aussi des matières (Instruments de mesure, Hydrostatique) appartenant à l'enseignement des lycées, et d'autres (Physique moléculaire, Électricité statique) qui se rapportent au cours de l'École polytechnique.

Le tome II est consacré exclusivement à l'étude de la chaleur. Le premier fascicule (Thermométrie, Dilatation) est mis en rapport avec le programme du cours de mathématiques spéciales; le second (Calorimétrie, Théorie mécanique de la chaleur, Conductibilité) exigeait un remaniement plus profond. Après une étude générale des méthodes calorimétriques et de leur application à la mesure des chaleurs spécifiques, les auteurs, se fondant sur l'inégalité des deux chaleurs spécifiques des gaz sous pression constante et à volume constant, introduisent la notion de l'équivalence du travail mécanique et de la chaleur. L'équivalent mécanique se présente ici tout d'abord comme un rapport constant entre le travail effectué par un gaz qui se dilate à température constante et la chaleur absorbée pour produire cette dilatation. On démontre ensuite d'une manière générale, et en se fondant sur l'équation complétée du travail, que le principe de l'équivalence est général, indépendamment du corps employé à produire la transformation du travail en chaleur ou la transformation inverse de la chaleur en travail. De même le principe de Carnot, résultant immédiatement dans le cas des gaz de leurs propriétés fondamentales, est ensuite étendu aux corps quelconques, sous la forme de l'énoncé donné par Clausius qui admet *qu'il est impossible de transporter de la chaleur d'un corps froid sur un corps chaud, sans dépense extérieure de travail ou sans qu'en même temps de la chaleur soit transportée d'un corps chaud sur un corps froid.*

Dans les chapitres qui suivent, l'application des deux principes fondamentaux de la thermodynamique suit constamment l'exposition expérimentale des phénomènes; par exemple, dans l'étude de la fusion et de la solidification, de la vaporisation et de la condensation. Plusieurs chapitres sont entièrement nouveaux, entre autres celui qui se rapporte à la théorie des gaz; cette théorie n'était exposée, même sommairement, dans aucun traité français (1). On remarquera aussi que l'étude de la conductibilité des gaz se trouve pour la première fois rattachée, suivant les principes modernes, à celle du refroidissement.

La chaleur rayonnante prendra place dans le troisième volume de l'ouvrage, où l'on étudiera simultanément, au point de vue de leur émission, de leur transmission et de leur absorption, les radiations calorifiques, lumineuses et chimiques.

Nous remarquons, dans le fascicule 2 du tome III relatif à l'optique géométrique, l'introduction d'une théorie élémentaire des lentilles épaisses. Enfin le premier fascicule, l'acoustique, a reçu de nouveaux développements qui ont surtout pris place dans les chapitres relatifs aux tuyaux sonores et à la mesure de la vitesse du son.

Des notes bibliographiques très nombreuses ont été ajoutées à cette édition : elles renvoient autant que possible le lecteur aux sources originales, afin qu'il puisse compléter de lui-même, et selon le besoin, les indications du traité qu'il a entre les mains.

G. Lippmann.

Les chemins de fer au Sénégal.

Dans une des dernières chroniques, la *Revue* donnait quelques détails sur la récente expédition de M. P. Soleillet au Sénégal. Ce vaillant explorateur avait entrepris d'aller de Saint-Louis à Tombouctou. Mais il a été pillé et a dû revenir en arrière, non sans avoir acquis la preuve que dans le haut Sénégal et dans l'Adrar il y a des régions fertiles et peuplées, des arbres produisant les uns une résine analogue au caoutchouc, les autres une substance grasse pouvant servir à l'industrie, du coton, de l'indigo, etc.

Il n'y a que par la création d'un chemin de fer qu'on peut ouvrir ces voies au commerce. En effet, avec des routes, les transports sont tellement coûteux et difficiles qu'ils élèvent de plus de 300 pour 100 le prix des marchandises. De là cette contradiction apparente qui fait sourire les gens superficiels : un chemin de fer dans des pays où le commerce n'existe pas.

C'est qu'on ne se rend pas bien compte du développement que peut donner à l'échange des marchandises et des produits du sol l'établissement d'une voie ferrée. Au lieu de suivre la civilisation, il faut que le chemin de fer la précède, qu'il n'en soit pas le résultat, mais la cause.

Le ministre de la marine avait présenté à la Chambre des députés un projet de loi pour la mise en œuvre d'une voie ferrée de Saint-Louis à Dakar, c'est-à-dire des deux ports les plus importants de notre colonie sénégalienne (260 kilom.), puis de Saint-Louis à Médine. Le chemin de fer, suivant la rive gauche du Sénégal, irait aboutir à Médine, ville située sur le fleuve, à 580 kilomètres de Saint-Louis, et à peu près à égale distance du Niger et du littoral. Le point important à atteindre, c'est en effet le Niger. Ce grand fleuve, navigable dans presque tout son parcours, est bordé de pays extrêmement fertiles. C'est le centre de population de l'Afrique occidentale, et il est de la plus grande importance de devancer les Anglais et les Portugais qui, possédant déjà de nombreux établissements sur le littoral, tentent de

(1) Voir dans la *Revue* du 10 avril 1880 (page 967, t. XVIII) la théorie des gaz, par M. *Bouty*.

pénétrer jusqu'au Niger. Heureusement, ils sont séparés du bassin du fleuve par de hautes montagnes; tandis que du Sénégal au bassin du Niger il n'y a presque pas d'obstacles matériels, et peu de travaux d'art seraient à construire pour y établir un chemin de fer.

Dans cette route de Saint-Louis à Médine, on serait en territoire colonial. Mais de Médine au Niger il n'en est pas ainsi. Notre poste le plus avancé est à Bafoulabé, à 150 kilomètres environ de Médine, au confluent du Sénégal et du Bafing. Or Bafoulabé n'est guère qu'à 350 kilomètres du Niger. Par conséquent on s'est déjà beaucoup avancé dans l'intérieur de l'Afrique, et il suffirait d'un léger effort pour atteindre enfin le grand fleuve.

Cet effort se traduit par une dépense. Voici ce que coûteraient approximativement les travaux :

De Médine au Niger	45 890 000 francs.
De Dakar à Saint-Louis	16 234 000 —
De Saint-Louis à Médine	41 644 000 —
Dépenses imprévues	5 000 000 —
Postes fortifiés de *Bafoulabé au Niger*.	2 000 000 —

Deux compagnies ont demandé la concession de la ligne de Dakar à Saint-Louis et de Saint-Louis à Médine. Par conséquent la charge incombant à l'État serait diminuée de plus de moitié et pourrait être évaluée à 52 millions environ. M. Jauréguiberry a proposé de répartir cette somme sur six budgets, de 1880 à 1885, ce qui ferait une moyenne annuelle de 9 *millions*.

La somme peut paraître considérable, et elle l'est réellement; mais quand on songe aux immenses avantages d'un pareil projet, et pour la colonie et pour la métropole, et pour l'influence française en Afrique, on ne peut qu'approuver hautement l'initiative prise par le ministre de la marine. Par malheur, la commission du budget a eu des scrupules. Elle est restée fidèle à cette vieille doctrine que l'argent français doit être dépensé en France, et que les colonies doivent se suffire à elles-mêmes. Elle a allégué des raisons de mauvais aloi. — La saison est trop avancée : le travail imposé à l'administration serait excessif; il y a déjà des voies navigables, il n'y a pas de besoin impérieux d'une voie ferrée.

Voilà des raisons qu'on trouve quand on n'en a pas de bonnes à donner.

En définitive, le crédit a été refusé par la commission, et elle n'a accordé au gouvernement que 533 000 francs, ainsi répartis :

Établissements de lignes télégraphiques . . .	24 000 francs.
Postes nouveaux fortifiés	300 000 —
Approvisionnements	109 000 —
Personnel des brigades topographiques	100 000 —

Pour juger cette réduction extrême, cet avortement d'une belle entreprise, nous nous servirons des termes mêmes qu'a employés le rapporteur, sans se douter qu'il faisait ainsi la critique même de ses conclusions : « La grandeur patriotique de l'œuvre à entreprendre, le but à atteindre qui doit être fécond en résultats avantageux pour notre influence, notre commerce, notre industrie, notre marine marchande, commandaient une résolution plus prompte. »

Il est à espérer qu'à la prochaine session on reviendra au projet primitif, et qu'on n'hésitera pas à sacrifier quelques millions pour faire pénétrer la civilisation française au centre de l'Afrique.

BULLETIN DES SOCIÉTÉS SAVANTES

Académie des sciences de Paris

SÉANCE DU 26 JUILLET 1880.

L'Académie autorise l'ouverture, dans ses bureaux, d'une souscription destinée à faire frapper une médaille à l'effigie de M. Milne-Edwards.

— M. *Berthelot* décrit les appareils dont il se sert pour mesurer la chaleur de combustion des gaz par détonation.

Le même savant, se fondant sur plusieurs expériences faites par lui à propos de la dissolution du chlore dans l'eau, pense qu'il existe un perchlorure d'hydrogène, probablement un *trichlorure d'hydrogène*. Ce composé ne pourrait exister d'ailleurs qu'en présence d'un grand excès d'acide, c'est-à-dire à l'état dissocié.

Il rappelle que les solutions concentrées d'acide bromhydrique dissolvent le brome en abondance; de même l'iode, dans les solutions iodhydriques. Le gaz iodhydrique même, se décomposant spontanément à la température ordinaire, fournit un periodure d'hydrogène liquide. Ces composés rappellent encore les arséniure et phosphure d'hydrogène solides et saturés de phosphore et d'arsenic, aussi bien que les persulfures et les peroxydes d'hydrogène. Tous ces corps semblent engendrés de la même manière, par suite de l'accumulation de l'élément négatif dans les combinaisons hydrogénées et conformément à la loi des proportions multiples.

— M. *Yvon Villarceau :* Sur la théorie des sinus des ordres supérieurs.

— M. *Daubrée* remarque que l'on adresse souvent au Muséum des substances considérées comme des météorites.

— M. *J. Janssen* a constaté plusieurs fois le renversement de l'image photographique par la prolongation ou l'augmentation convenable d'énergie de l'action lumineuse.

— M. *Larrey* commente un rapport du docteur Companyo sur le service de santé du canal interocéanique de Panama. L'auteur réfute les erreurs accréditées jusqu'à ce jour sur la prétendue insalubrité de l'isthme, puis il explique comment il conçoit l'organisation du service médical.

Il propose, au point de vue de l'hygiène, la création de champs d'essai, de pépinières, de cultures variées, de jardins potagers et de plantations d'arbres d'assainissement. Il traite aussi, dans ce chapitre, de l'élevage des troupeaux, pour assurer l'alimentation, tout en admettant, à cet effet, le concours de l'industrie privée.

Il démontre la nécessité d'établir dans chaque campement des stations d'observations météorologiques.

Il entre dans des détails intéressants sur le service de la chirurgie, inséparable de la médecine, et propose de le compléter par l'adjonction de deux sages-femmes. Il indique

l'utilité d'une bibliothèque médicale. Il prévoit et trace l'emplacement des hôpitaux, des magasins d'approvisionnement et de leurs dépendances, en offrant des plans de baraquement pour vingt et vingt-cinq lits, destinés à la population européenne, afin de laisser à la population indigène des ouvriers les installations conformes à leurs habitudes.

M. Companyo propose d'instituer des commissions d'examen des denrées. Il rappelle ce qui a été fait ou restait à faire à Suez et ce qu'il conviendra d'établir à Panama. Il entre, à cet égard, dans d'intéressants détails sur la conservation des denrées alimentaires et sur toutes les précautions nécessaires pour les préserver sûrement.

Il expose les principes de l'hygiène hospitalière dans leur application aux établissements de l'isthme et du canal des deux océans. Il s'occupe enfin de la crémation des corps, pour la substituer, s'il le fallait, aux inhumations.

M. Companyo n'oublie pas les questions relatives à la médecine vétérinaire, au personnel administratif des hôpitaux, comprenant les employés, les infirmiers et les sœurs de charité, sous la direction du service médical, en prévoyant, pour les réfuter ou les éviter, les objections ou les obstacles à une entreprise de cette importance.

— M. *P.-H. Boutigny* soumet au jugement de l'Académie les résultats de quelques nouvelles expériences se rapportant à ce qu'il a nommé l'*état sphéroïdal.*

Dans l'une de ces expériences, un mélange d'eau et d'acide sulfurique est projeté dans une capsule de platine chauffée au rouge; à mesure que l'évaporation augmente la concentration du liquide, on en ajoute de nouvelles quantités. Il arrive un moment où, la densité et le point d'ébullition s'élevant incessamment, le liquide s'étale dans la capsule et entre vivement en ébullition.

— M. *J. Farkas :* Sur la théorie des sinus des ordres supérieurs.

— M. *Appell :* Sur la transformation des équations différentielles linéaires.

— M. *E. Picard :* Sur une propriété des fonctions et des courbes algébriques.

— M. *Lodin* a cherché à évaluer l'intensité des diverses actions oxydantes sur les tôles, afin d'en tirer des enseignements relatifs aux causes d'altération intérieure des chaudières à vapeur.

L'action prédominante, en présence des eaux ordinaires, est celle de l'oxygène dissous, et aussi à un degré moindre, la décomposition de l'eau par le fer. Le bois de campêche et la fécule de pomme de terre n'agissent pas comme réducteurs ; mais les composés qu'ils donnent avec l'oxyde de fer n'ont que fort peu d'adhérence avec la tôle, et permettent facilement la séparation des dépôts calcaires.

— M. *Ad. Martin* rappelle que, si l'on place un point lumineux au foyer d'un objectif, les rayons qui en émanent, réfractés par ce dernier, sortent parallèles par la surface du crown. Si l'on fait avancer le point lumineux vers l'objectif et sans s'écarter de son axe optique, les rayons, après les diverses réfractions, divergent d'un foyer conjugué virtuel d'autant plus rapproché que le point lumineux a été plus rapproché lui-même de l'objectif. En continuant à le déplacer dans le même sens, on arrivera à un moment où les rayons émergeront normalement à la surface du crown; supposons cette position du point lumineux atteinte. Il y aura, comme on le sait, partage de la lumière à cette surface; tandis qu'une partie pénétrera dans l'air, le reste se réfléchira dans le verre, et, comme cette réflexion aura lieu aussi normalement à la surface du crown, les rayons reviendront exactement sur eux-mêmes; ils suivront au retour le même chemin qu'à l'aller, et reviendront converger de nouveau à leur point de départ, ou tout auprès si le rayon lumineux était un peu écarté de l'axe.

C'est cet état de choses que l'auteur a pu utiliser pour résoudre quelques problèmes qui se posent dans la construction des objectifs, entre autres pour contrôler l'homogénéité des matières que l'on emploie et pour mesurer les indices de réfraction.

Cette dernière mesure suppose la connaissance exacte des rayons de courbure des verres auxquels elle s'applique. Pour l'obtenir, on se sert du sphéromètre, qui est d'un emploi commode et sûr ; mais, tel qu'il était construit généralement, sa sensibilité n'était pas en rapport avec la limite de ses indications : il pouvait indiquer le dix millième de millimètre et n'était réellement sensible qu'au cinq centième.

Pour remédier à cet inconvénient, il fallait : 1° rendre l'instrument plus léger tout en lui conservant une rigidité suffisante; 2° abaisser le centre de gravité le plus possible ; 3° et surtout amener ce centre de gravité dans l'axe de la vis à l'aide d'un contrepoids faisant équilibre à la petite règle qui sert à mesurer le nombre de tours du plateau.

— M. *Selim Lemström* se fonde sur la théorie que M. Edlund a donnée des phénomènes électriques pour supposer une nouvelle cause au magnétisme terrestre.

La Terre, dit-il, est formée, selon toute probabilité, d'un noyau incandescent, entouré d'une couche refroidie dont l'épaisseur est d'environ 50 ou 60 kilomètres. Les matières à l'état d'incandescence n'ont plus la faculté de s'aimanter; c'est donc la couche refroidie seule qui devient magnétique sous l'influence des forces d'aimantation.

La terre étant un corps magnétique tournant dans un espace d'éther, doit s'aimanter, parce que les choses se passent, au point de vue du magnétisme, à peu près comme si la terre restait en repos et si l'espace éthéré tournait en sens contraire.

— M. *Gérard-Lescuyer* signale l'expérience qui consiste à actionner une machine Gramme à aimant par le courant d'une machine Gramme à électro-aimant. La dernière étant mue par un moteur, la bobine de la première est animée d'un mouvement alternatif, au lieu de tourner toujours dans le même sens, comme on aurait pu le supposer *a priori.*

— MM. *P. Hautefeuille* et *J. Chappuis* ont entrepris des expériences qui leur ont montré que la tension de transformation de l'ozone dans l'oxygène soumis à l'effluve varie avec la température et avec la pression que supporte le mélange gazeux. Cette tension augmente rapidement de valeur lorsque la température s'abaisse ; elle double, ou à peu près, en passant de 20° à — 23°.

Ces résultats montrent bien que les tensions de transformation qui limitent ces phénomènes complexes ne sont pas fonctions de la température seule; elles dépendent manifestement des pressions. Ces équilibres ne peuvent donc être rapprochés de ceux qui s'établissent dans les décompositions chimiques des combinaisons fixes et dans la production des vapeurs saturées aux dépens des corps solides ou liquides.

— M. *D. Tommasi* a pu établir que l'hydrate d'alumine ordinaire, tel qu'on l'obtient en précipitant une solution d'alun avec l'ammoniaque, abandonné à lui-même en présence de l'eau, éprouve, au bout de trois mois environ, une modifi-

cation moléculaire; de soluble qu'il était auparavant dans les acides et les alcalis, il est devenu insoluble, ou du moins fort peu soluble, comme l'alumine calcinée, bien qu'il renferme toujours ses 3 molécules d'eau. Un caractère saillant permet de distinguer le trihydrate α (alumine normale) du trihydrate d'alumine δ : c'est que, tandis que l'alumine normale forme avec son chlorure un oxychlorure, l'alumine δ ne se combine pas avec son chlorure.

— M. *B. Petrieff* rappelle qu'il a déjà étudié l'action du brome sur l'acide malonique, décrite par M. Bourgoin dans la séance du 12 juillet 1880.

— MM. *L.-F. Nilson* et *Pettersson* communiquent une série de déterminations concernant les propriétés physiques des terres rares et de leurs sulfates. Ces déterminations, avec des combinaisons chimiquement pures dont le poids moléculaire dans chaque cas est déterminé, sont parfaitement comparables entre elles.

— M. *L. Boutroux* a reconnu que l'acide qui se produit dans la fermentation du glucose n'est pas de l'acide lactique, comme il l'avait cru d'abord, mais un acide dont la formule est $C^{12} H^{12} O^{14}$.

— M. *E. Yung* a montré que l'élimination des poisons s'effectue, chez les Céphalopodes, concurremment par deux organes, le foie et la poche du noir. On peut le démontrer d'une façon élégante avec la nicotine, par exemple. On empoisonne un Poulpe ou un Élédone en lui introduisant quelques gouttes du poison dans la cavité branchiale. Il survient rapidement des convulsions; les mouvements respiratoires sont bientôt abolis, mais les cœurs veineux et artériel continuent à battre quelques instants. Si après quelques minutes on retire le foie et la poche du noir, et qu'on les coupe en morceaux dans un vase renfermant un autre individu sain, ce dernier donne bientôt tous les signes de l'intoxication.

— MM. *L. Frédéricq* et *G. Vandevelde* ont cherché à déterminer la vitesse de transmission de l'excitation nerveuse motrice dans les nerfs du homard (nerf qui anime le muscle fléchisseur du doigt mobile de la pince). A Gand, par une température de 10 à 12° C., ils avaient trouvé que cette vitesse est de 6 mètres environ par seconde. Les chiffres ont été plus élevés, 10 mètres à 12 mètres par seconde, dans les expériences exécutées à Roscoff en été (température de $+18°$ à $+20°$).

L'excitation motrice se propage donc avec infiniment plus de lenteur chez le homard que chez la grenouille ou chez l'homme.

— M. *Aug. Charpentier,* qui a étudié la sensibilité différentielle de l'œil pour de petites surfaces lumineuses, caractérise la vision, dans ce cas, par la remarquable faiblesse du pouvoir distinctif de l'œil, et par la proportionnalité qui semble exister entre ce pouvoir distinctif et le diamètre des petits objets (ou plutôt de leurs images rétiniennes).

— M. *L. Crié* a constaté que les fossiles *Fræna* ne comprennent pas des formes unilobées et des formes bilobées, comme on l'avait supposé.

— M. *Sainjon* fait une intéressante communication sur les courants souterrains du val d'Orléans.

Le val d'Orléans est situé sur la rive gauche de la Loire; on sait que ce val est sillonné par des courants souterrains, auxquels sont directement empruntées les eaux qui alimentent la ville d'Orléans depuis l'année 1864; c'est également à ces courants qu'est liée l'existence des sources fort connues du Loiret.

Les eaux souterraines dont il s'agit proviennent de la Loire elle-même, mais elles y rentrent toutes, après un trajet relativement considérable.

Le point où commencent les premières pertes souterraines de la Loire est situé près du hameau de Bouteille, à 41 kilomètres en amont d'Orléans.

Le point où la rentrée en Loire des eaux perdues s'est intégralement effectuée coïncide avec l'embouchure du Loiret, et l'on trouve immédiatement en aval de cette embouchure les mêmes débits qu'en amont de Bouteille.

La restitution à la Loire des eaux qu'elle a perdues n'a pas uniquement lieu à ciel ouvert pour le Loiret; elle a lieu, en outre, par des rentrées de fond, dans le lit même de la Loire. Ces rentrées ne commencent qu'auprès d'Orléans, de sorte que c'est là que le fleuve est réduit à son minimum de débit, ou, en d'autres termes, c'est au droit d'Orléans que la somme des courants souterrains du val atteint son débit maximum.

La Loire a donc, entre Bouteille et le confluent du Loiret, deux cours, l'un à ciel ouvert, le long des escarpements qui règnent presque sans interruption sur la rive droite, l'autre à travers le val d'Orléans, et celui-ci est souterrain, du moins en grande partie, puisqu'une fraction seulement des eaux dérivées devient visible au Loiret.

Quant au val d'Orléans, il se présente sous la forme d'une grande dépression, d'une superficie de 14 400 hectares, dont le niveau moyen est seulement de 4 à 5 mètres au-dessous des plus basses eaux de la Loire, et il est limité sur la gauche par des coteaux. C'est au pied de ces coteaux que coulent d'abord le petit ruisseau du Dhuy, puis le Loiret, qui n'est que la continuation du Dhuy, mais du Dhuy brusquement transformé par les sources abondantes provenant de la Loire. Cette configuration topographique est la conséquence du mouvement de dislocation qui a déterminé la faille dans laquelle s'est établi le cours de la Loire.

Les pertes et les rentrées d'eau qui font l'objet de cette étude s'expliquent d'elles-mêmes là où les couches fissurées affleurent au fond même du lit. Rien de plus simple également partout où les fissures sont directement en contact avec les sables et graviers. Mais le plus souvent les sables et graviers sont séparés des couches fissurées par des dépôts argileux, ou plus ou moins argilo-sablonneux, et la communication n'est alors possible que sur les points accidentels où ce toit imperméable a disparu.

Il est probable d'ailleurs que ces cheminées de communication correspondent plutôt à des cavités et cavernes qu'à de simples fissures, car il ne se passe guère d'année où l'on n'ait à signaler, dans le lit de la Loire, des effondrements partiels qui donnent lieu soit à des pertes, soit à des rentrées d'eau, suivant la région dans laquelle ils se produisent, et se présentent presque toujours sous la forme d'entonnoirs circulaires ou cônes renversés, à talus réguliers, par le fond desquels le terrain meuble de la surface disparaît presque instantanément.

— M. *G. Rolland* a découvert dans le Sahara algérien, à El Hassi, un gisement de silex taillés recouverts par un dépôt récent de sources calcaires aujourd'hui disparues.

— M. *P. Desmarets* a obtenu des épreuves photographiques de la campagne de Rouen pendant l'ascension aérostatique qu'il a exécutée le 14 juin dernier.

BIBLIOGRAPHIE

Sommaire des principaux recueils de mémoires originaux.

Revue mensuelle de médecine et de chirurgie (avril à juillet 1880, nos 4, 5, 6, 7). — *Trastour* : Dilatation passive de l'S iliaque et de ses conséquences au point de vue clinique. — *Renaut* : Contribution à l'histoire de la *phlegmatia alba dolens*. — *Guye* : Le vertige de Ménière. — *Ch. Leroux* : Cystocèle inguinale. — *Pousson* et *Lalesque* : Trois cas de luxation de la colonne vertébrale. — *Bréhian* : Température de la paroi thoracique chez les phtisiques. — *Séguin* : Éducation d'une naine idiote. — *Sorel* : Quatre observations, étude sur les localisations cérébrales. — *Proust* et *Ballet* : Atrophie musculaire dans le mal vertébral. — *Garel* : Étude de la métallothérapie interne. — *Cazeneuve* : Des phénomènes d'excrétion urinaire sous l'influence du phosphore à dose toxique. — *Arloing* : Lésion accidentelle du gyrus sigmoïde chez le chien. — *Luc* : Contractures d'origine traumatique.

— Annalen der Physik und Chemie (n° 6, année 1880). — *G. Quincke* : La dilatation électrique. — *E. Wiedemann* : Actions thermiques et optiques des décharges électriques à travers les gaz. — *A. Kundt* et *W.-C. Röntgen* : Rotation électro-magnétique du plan de polarisation de la lumière dans les gaz. — *Fr. Exner* : Théorie des éléments voltaïques variables. — *A. Wüllner* : Chaleur spécifique de l'eau. — *M.-A. von Reiss* : Chaleur spécifique de mélanges d'acide acétique et d'eau. — *O.-E. Meyer* : Forme modifiée de sa démonstration de la loi de Maxwell sur la distribution de l'énergie. — *H.-F. Weber* : Recherches sur la conductibilité des liquides. — *A. Kundt* : Dispersion anomale de la vapeur de sodium surchauffée. — *V. Strouhal* et *C. Barus* : Méthode simple pour le calibrage galvanique d'un fil. — *Ed. Hagenbach* : Explosions produites par la glace. — *W. Holtz* : Soupape à entonnoir des tubes évacués.

— Philosophical Magazine (Juin 1880). — *R. Clausius* : Relation entre le volume, la pression et la température de l'acide carbonique. — *J.-C. Douglas* : Usage de minces couches d'argent dans les instruments perfectionnés de l'espèce de la chambre claire. — *J.-H. Long* : Sur la diffusion des liquides. — *H.-A. Rowland* : Notes préliminaires sur la découverte récente de M. Hall. — *R.-H. Ridout* : Quelques effets du mouvement vibratoire des fluides; attraction due à l'écoulement d'un liquide par un orifice évasé, et notes de laboratoire. — *W.-P. Johnston* : Méthode simple d'identifier un câble télégraphique submergé, sans être obligé de le couper. — *H. Wild* : Théorie complète du magnétomètre bifilaire et nouvelles méthodes pour déterminer l'intensité horizontale absolue du magnétisme terrestre, ainsi que les coefficients de température et d'induction des aimants. — *J. Herschel* : Détermination de l'accélération de la pesanteur à Tokio (Japon). — *P. Challis* : Supplément aux recherches sur la théorie hydrodynamique des forces physiques, contenant une théorie du microphone.

Publications nouvelles.

Nouvelle géographie universelle, par *Élisée Reclus* (Hachette). — Le sixième volume de cette belle publication a commencé à paraître depuis peu de temps par livraisons. Il traite spécialement de l'Asie russe, et les événements qui semblent sur le point de se dérouler dans ces contrées rendront indispensables les connaissances géographiques détaillées telles qu'on peut les acquérir dans l'ouvrage de M. É. Reclus.

— La machine de Gramme, sa théorie et sa description (1 vol., chez Gauthier-Villars), par *Antoine Breguet*. — L'auteur a cherché à mettre cette théorie à la portée de tous, en supprimant toute considération analytique et en s'appuyant uniquement sur de simples faits d'expérience.

— Quelques phénomènes atmosphériques, par *J. Jamin*, membre de l'Institut (Hachette). — Les végétaux et l'atmosphère, la météorologie, les vents et la pluie, la rosée et le verglas, tels sont les sujets traités de main de maître par l'éminent académicien. De tels ouvrages sont faits pour intéresser à la science les esprits les plus rebelles.

— La science sociale contemporaine, par *Alfred Fouillée* (Hachette, 1 vol. in-18). — Nos lecteurs ont été à même d'apprécier les idées élevées de M. Fouillée sur le règne social en histoire naturelle et la classification des organismes sociaux. Ils ne liront pas avec moins d'intérêt le nouveau volume qui vient de paraître et dont l'analyse paraîtra dans la *Revue politique et littéraire*, plus compétente que nous en ces matières.

— Questions d'enseignement, par *Ernest Bersot* (Hachette). — C'est M. E. Scherer qui vient de réunir en un volume une série de lettres, d'articles et de discours du regretté directeur de l'École normale. Quelques considérations sur l'enseignement secondaire en Angleterre et en Écosse, ainsi qu'une courte note sur l'abus des concours, nous ont paru particulièrement intéressantes.

— De l'influence réciproque de la grossesse et des maladies du cœur, par *Ch. Porak*. — Thèse présentée au concours d'agrégation. 1 vol. avec fig. (Germer Baillière).

— De l'influence des déviations de la colonne vertébrale sur la conformation du bassin, par *L. Hirigoyen*. — Thèse présentée au concours d'agrégation. 1 vol. avec fig. (Germer Baillière).

CHRONIQUE

Concours général. — Premiers prix de la classe de mathématiques spéciales :

Mathématiques (prix d'honneur) : *Sibille*. — Physique : *Thomas*. — Chimie : *Farjasse*. — Prix d'honneur de la classe de philosophie : *Lécrivain*.

— Congrès de Reims. — Nous apprenons que M. Jamin, membre de l'Institut, doit faire, à Reims, à l'occasion du congrès, une conférence sur l'état actuel de la lumière électrique. Plusieurs points de la ville seront éclairés, dit-on, par des brûleurs électriques de M. Jamin.

— Un lycée dans le XVIe arrondissement. — M. Jeanson a légué au ministère de l'instruction publique, il y a quelques années, une somme importante, environ cinq millions, à la charge pour le gouvernement de créer dans le voisinage de la barrière de l'Étoile, un lycée, où les enfants du XVIe arrondissement pussent recevoir l'éducation classique, sans être obligés d'aller suivre à trois kilomètres de là les cours du lycée Fontanes.

L'administration se mit aussitôt en quête d'un emplacement convenable pour construire ce lycée et fixa son choix sur des terrains situés près du marché Saint-Didier, à portée du quartier de Passy, de Chaillot, de l'Étoile et des Ternes.

Quelques lots de terrains furent acquis dans de bonnes conditions; malheureusement, on retarda des achats qui devaient devenir plus tard nécessaires, et lorsqu'il fallut s'assurer définitivement tout l'emplacement dont on avait besoin, la hausse prodigieuse du terrain dans les quartiers du Trocadéro força le gouvernement à passer par des conditions assez dures.

Quoi qu'il en soit, l'opération est maintenant terminée, et le ministère est entré en possession, moyennant un total de trois millions environ, d'un emplacement magnifique, mesurant 32 000 mètres.

C'est là que doit être construit le nouveau lycée, qui aura sa principale entrée sur l'avenue du Trocadéro et sera limité par les rues de la Pompe, de Longchamp, Harrau et Decamps. Ce sera un des plus vastes et des plus beaux lycées de Paris.

L'étude des constructions est en cours, et les travaux seront commencés aussitôt les plans des architectes adoptés.

— Explorations australiennes. — Le célèbre naturaliste russe M. Makloukha Maklaï a séjourné à Brisbane du 12 au 18 mai, après avoir fait, dans un but scientifique, un fatigant voyage aux îles de la Polynésie. Il a de nouveau quitté Brisbane pour aller étudier une race nègre intéressante établie à 500 verstes de la ville.

M. Makloukha Maklaï se propose, dit-on, de pousser, toujours dans le même but, jusqu'à l'Australie du Sud, et de parcourir tout le continent, depuis Adélaïde jusqu'à Port-Darwin. L'air maladif de l'éminent voyageur montre qu'il a beaucoup souffert. Ses traits portent les traces de la fièvre et du manque de confort. De Port-Darwin, M. Makloukha Maklaï ira à Hong-Kong, et de là au Japon, d'où il se propose de retourner en Russie.

Le propriétaire-gérant : Germer Baillière.

PARIS. — Impr. J. CLAYE. — A. QUANTIN et Cie, rue St-Benoît. [1269]

LA

REVUE SCIENTIFIQUE

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

REVUE DES COURS SCIENTIFIQUES (2ᴱ SÉRIE)

DIRECTEURS : MM. ANTOINE BREGUET ET CHARLES RICHET

2ᵉ SÉRIE — 10ᵉ ANNÉE NUMÉRO 7 14 AOUT 1880

ASSOCIATION FRANÇAISE

POUR L'AVANCEMENT DES SCIENCES

Congrès de Reims.

M. KRANTZ

Président.

Mesdames et Messieurs,

Présider, après tant d'hommes éminents, une réunion comme celle-ci, c'est à la fois une grande tâche et un périlleux honneur. J'en sens tout le danger; aussi, est-ce en pleine sincérité que je prends, tout d'abord, la liberté de réclamer votre indulgence.

I.

Vous connaissez le but que poursuit l'Association française pour l'avancement des sciences. Constituée au lendemain de nos désastres, elle répondait, dans la pensée de ses illustres fondateurs, au sentiment du plus pur patriotisme. Il s'agissait de relever notre chère France, et de la rendre à nos enfants glorieuse et respectée comme nous l'avons reçue de nos pères. Pour ce suprême effort, on voulut exalter toutes les forces vives du pays, faire appel à tous les bons vouloirs et à toutes les énergies.

Dans cette noble entreprise, on ne pouvait oublier que la science est à la fois, pour les nations, une source inépuisable de richesses, une force incomparable et l'auxiliaire le plus sûr de l'indépendance et de la liberté. La science pouvait tout pour notre pays, mais à la condition d'être mieux cultivée, plus répandue et de ne pas rester l'apanage exclusif du petit nombre. Pour être protégé par elle, il fallait tout d'abord l'honorer et la servir. C'est à cette pensée juste et féconde qu'est due la création de notre société. Je tenais à le rappeler.

Mais est-il vraiment bien nécessaire de stimuler en France le goût et la culture de la science? Nos savants n'ont-ils pas, de tout temps, tenu le rang le plus honorable dans le monde? Ils ont pu être égalés quelquefois, mais rarement dépassés; quand on jette les yeux sur cette longue suite d'hommes illustres qui ont honoré notre pays dans toutes les branches des connaissances humaines, on se demande si nous avons rien à espérer ou à désirer au delà de ce que le passé nous a spontanément fourni; on ne voit pas bien ce que notre Association, si dévouée qu'elle soit aux grands intérêts de la science, pourra faire de plus pour nous. A cette observation très spécieuse et fréquemment répétée, la réponse n'est malheureusement que trop facile.

Oui, sans doute, la France a toujours possédé des savants distingués et c'est là une de ses gloires les plus pures. Mais cependant, combien y est petit le nombre des hommes qui s'occupent de la science, qui l'aiment ou seulement s'y intéressent! Notre pays est, à la fois, le pays des grandes lumières et des grandes ténèbres.

On est vraiment stupéfait quand on voit sur quel nombre infime de nos concitoyens porte le recrutement de cette élite intellectuelle qui nous fait tant d'honneur. Il est à espérer que le développement donné à l'instruction dissipera peu à peu l'ignorance et augmentera le capital pensant de notre pays. Il est à espérer que nombre d'hommes doués par la nature de facultés exceptionnelles ne traverseront plus la vie, ignorés des autres et s'ignorant eux-mêmes. Mais en faisant appel à toutes les bonnes volontés, en facilitant toutes les recherches scientifiques, en constituant enfin l'armée de la science, on aura singulièrement hâté cette rénovation qui est le corollaire indispensable de nos nouvelles institutions.

C'est là le but que poursuit notre Association.

Nous possédons à Paris des établissements sans rivaux au monde, notre immortelle Académie, notre Muséum, notre Collège de France, notre Sorbonne, nos Facultés, sans parler de ces bibliothèques et collections qui font la joie des savants; mais toute la France ne peut pas profiter de ces précieuses ressources.

Combien de villes de province et, non des moindres, possédant même des Facultés, n'offrent aux savants qui s'y trouvent ni instruments suffisants, ni ressources matérielles, ni public, ni encouragements d'aucune sorte !

La vie intellectuelle s'y éteint. Les plus merveilleuses dispositions s'y atrophient. Ne pensez-vous pas qu'il y ait lieu de rendre le mouvement et la vie à ces centres secondaires, en un mot, de décentraliser la science ? C'est encore là un des buts que poursuit notre Association.

Combien de savants pauvres entreprennent de difficiles expériences dans des conditions vraiment désastreuses ! Combien sont arrêtés par le manque absolu de ressources de toute espèce ! Il en est même qui, parvenus au but ne peuvent faire connaître les résultats qu'ils ont patiemment recherchés, et cela, faute de quelque argent pour payer soit le papier, soit l'impression de leurs mémoires, soit la gravure de leurs planches. Ils supportent héroïquement leur pauvreté, en ce qui les concerne; mais ils souffrent cruellement dans leur amour pour la science et dans leur légitime orgueil de savants. Combien de recherches utiles, de découvertes importantes ont été ainsi perdues !

A l'avenir, il n'en sera plus de même. Déjà notre société intervient. Ici, elle fournit les instruments; là, elle subventionne les publications, et son intervention, toujours affectueuse, est toujours acceptée avec cordialité. Les sommes qu'elle consacre à ces utiles dépenses ne sont pas assurément aussi considérables qu'elle le voudrait, mais déjà elles rendent bien des services.

Le jour n'est pas éloigné où le budget de *la science libre* se trouvera constitué, et où nous pourrons, en dehors de toute opinion politique, de toute coterie scientifique, encourager les véritables pionniers de la science, et peut-être même, diriger et régulariser leurs efforts.

L'armée scientifique n'est aujourd'hui composée que de volontaires pleins d'ardeur il est vrai, mais s'engageant quand et comme il leur plaît, sans lien d'aucune sorte et sans discipline d'aucune espèce. Si les efforts de toute cette vaillante élite peuvent être un jour, pour le plus grand bien du pays, régularisés et coordonnés, cet inappréciable bienfait sera dû à l'Association et ne peut guère être réalisé que par elle.

Notre Association ne demande aucune faveur au pouvoir, aucun subside au trésor. Elle a été reconnue comme établissement d'utilité publique et cela lui suffit; ses amis feront le reste.

Ils sont nombreux déjà et il s'en révèle tous les jours. Témoin cette donation d'une rente annuelle de 1000 francs faite tout récemment par M. Brunet, et à laquelle nous avons voulu conserver le nom du donataire. Homme de bien, modeste, dévoué aux grands intérêts de la science et du pays, M. Brunet a pensé que notre Société, mieux que toute autre, pourrait judicieusement distribuer la part qu'il prélève sur une fortune honorablement acquise pour venir en aide aux savants. Nous avons été profondément touchés de sa confiance et nous estimons qu'elle honore tout particulièrement notre société.

Modelée sur le type de l'Association britannique, profitant de ses exemples, répondant aux mêmes besoins, notre Association peut espérer rendre les mêmes services et atteindre les mêmes destinées.

Ses commencements ont été modestes, mais ses progrès sont continus et s'accentuent d'année en année. Le nombre de nos adhérents est aujourd'hui de 3156. Notre capital déposé dépasse 300 000 francs, et les secours distribués 70 000. Pour une société qui ne compte que huit années d'existence, ces chiffres sont bien éloquents.

Mais ce qui est plus significatif encore, c'est l'empressement de nos grandes cités à se disputer nos congrès. Aujourd'hui Reims, hier Montpellier, avant-hier Paris, auparavant le Havre, Clermont-Ferrand, Nantes, Lille, Lyon, Bordeaux où s'ouvrit, en 1872, la première session. C'est encore l'empressement des populations à se rendre à nos fêtes, à quitter leurs affaires, à oublier leurs préoccupations pour venir s'entretenir avec nous des grands intérêts de la science. Ce sont enfin ces nombreuses communications faites par les savants et qui, pour le congrès actuel, dépassent déjà le chiffre de 300.

A ces divers signes, on peut reconnaître que notre Association, aujourd'hui sortie des difficultés du début, s'est acclimatée en France, qu'elle y vivra, s'y développera et réalisera les espérances de ses glorieux fondateurs.

Pourquoi faut-il, hélas ! que déjà nombre d'entre eux aient disparu et ne puissent jouir au moins de nos légitimes espérances ? Combes, Delaunay, Claude Bernard et, il y a quelques jours à peine, Paul Broca, nous ont été enlevés, les uns dans la force de l'âge, tous dans la plénitude de leur talent. Ces pertes sont cruelles pour nous, cruelles aussi pour notre pays ; car de tels hommes ne se remplacent pas aisément.

Le nom de Paul Broca restera définitivement attaché à cette science nouvelle, toute française d'origine, dont il fut, à la fois, le fondateur et le vulgarisateur le plus autorisé. Par lui, l'anthropologie s'est constituée à l'état de science, a eu ses disciples, ses congrès, ses annales et ses chaires d'enseignement. A peine née d'hier, elle organise des recherches sur tous les points du globe, envoie de tous côtés des missions scientifiques, recueille des renseignements jusqu'alors négligés, et constitue patiemment, mais avec une méthode sûre et ferme, l'histoire physique de l'homme.

Dès ses débuts, cette science projette des lumières fort inattendues sur les premiers âges de l'humanité. Elle nous apprend que l'homme vécut aux époques quaternaires, qu'il fut le contemporain du mammouth, du grand ours des cavernes et autres prodigieux animaux, aujourd'hui disparus. Non seulement il vécut à ces époques reculées, mais il eut son industrie. Il fabriqua des engins de chasse, de pêche, de guerre, des ornements, des objets de commerce. Il cultiva

même les arts, et quelques-uns des dessins qu'il burina avec la pointe d'un silex sur des os de renne sont vraiment bien remarquables. Pleins de grâce et de vérité, ils accusent un goût très élevé chez les artistes inconnus qui les ont dessinés.

Non seulement l'homme vécut à l'époque quaternaire, mais on l'entrevoit déjà dans les sombres profondeurs de l'âge tertiaire. On trouve ses restes à l'époque pliocène, les vestiges de son industrie à l'époque miocène. Bientôt, les recherches continuant, ce qui n'est aujourd'hui que probabilité deviendra certitude et nous saurons que nos ancêtres remontent à ces âges éloignés qui dominent, de si haut, toutes les annales de l'humanité.

Quels furent-ils? Quelles races apparurent successivement, se combattirent, se détruisirent ou se mêlèrent? Quelle fut leur organisation matérielle? L'anthropologie nous le dira un jour et nous permettra d'écrire, à grands traits, l'histoire de ces ancêtres inconnus qui ont si longtemps combattu le rude combat de l'existence au milieu de difficultés, de périls, de souffrances dont nous ne saurions, aujourd'hui, avoir aucune idée. Oui, l'anthropologie écrira cette histoire physique de l'homme et la livrera aux méditations des moralistes et des philosophes. Ceux-ci, à leur tour, sondant le problème de nos origines, se demanderont comment l'homme, que la nature a placé nu et désarmé dans un milieu si rude et si hostile, comment ce chétif a pu vivre, échapper à ses ennemis et enfin leur imposer sa domination.

Il était incontestablement plus intelligent que les autres animaux, son industrie le prouve et sa capacité cérébrale aussi. Mais est-ce bien là tout le secret de ses triomphes et de sa grandeur? Évidemment non. D'autres causes apparaissent pour qui y réfléchit.

L'enfant de l'homme est entre tous les petits animaux, celui qui exige le plus longtemps les soins de sa mère. Ces soins, à aucune époque, ne lui ont fait défaut; le dévouement maternel a toujours été la gloire de l'humanité. C'est par lui que l'homme a été retenu près du berceau de l'enfant, que la famille s'est constituée, puis la nation, et que la force de l'humanité s'est centuplée et est devenue irrésistible. Oui, c'est au dévouement de la femme autant qu'à l'intelligence de l'homme que le triomphe définitif de notre race est dû.

Cette science de l'anthropologie qui ouvre un champ si vaste aux recherches du savant et aux méditations du philosophe fut en grande partie constituée par notre regretté docteur Broca. Nul n'y a plus contribué; ce sera son éternel honneur. Broca est mort de la maladie qui emporte, de nos jours, tant d'hommes distingués, l'*excès de travail*. Mais avant de mourir il a vu le Sénat, rendant hommage à ses hautes qualités de savant et de citoyen, l'appeler dans son sein; distinction honorable à la fois pour le corps politique qui la donne et pour le savant distingué qui la reçoit.

Vous me pardonnerez, je l'espère, de vous avoir, en ce jour de fête, entretenu de nos douleurs. Mais, si près encore de ce deuil, j'aurais cru manquer à tous mes devoirs si je ne vous avais rappelé l'homme qui a tant fait pour notre Association dont il fut l'un des fondateurs et dont il resta toujours l'ami le plus dévoué et le conseiller le plus sagace.

II.

Suivant, en cela, l'exemple des présidents de l'Association britannique, mes éminents prédécesseurs ont presque tous ouvert les sessions de nos congrès par de magistrales allocutions où ils ont retracé, à grands traits, l'histoire et les progrès des sciences auxquelles ils ont plus particulièrement attaché leur nom. Dignes du public d'élite auquel ils étaient adressés, ces discours des maîtres ont eu et devaient avoir un grand retentissement. Vous n'attendez rien de semblable de moi. J'aime passionnément toutes les sciences, malheureusement je n'ai qualité pour vous entretenir spécialement d'aucune.

Mais vous me permettrez, je l'espère, d'appeler un instant votre attention sur une œuvre qui a eu son jour d'éclat, ses heures de popularité et n'a pas été sans faire honneur à notre pays: je veux parler de l'Exposition de 1878.

Cette œuvre complexe et grandiose touchait, à la fois, à l'art, à la science, à l'agriculture, à l'industrie, au commerce non seulement de notre pays, mais de tous les pays civilisés. Elle exigerait pour être fidèlement reproduite plus de temps que vous ne pouvez m'en accorder, et plus de patience que je n'ai le droit de vous en demander. Mais en la caractérisant par quelques chiffres et quelques faits essentiels, en faisant ressortir sa physionomie propre, peut-être aurai-je le bonheur de lui mériter encore un bienveillant souvenir.

Le 26 juillet 1876, le Sénat, adoptant un projet de loi déjà approuvé par la Chambre des députés, décida qu'une Exposition universelle internationale s'ouvrirait à Paris le 1er mai 1878.

Pareille décision était hardie, pour ne pas dire téméraire. L'œuvre à accomplir était immense, le temps très court, les circonstances difficiles. A l'extérieur, l'Europe était profondément troublée. A l'intérieur, la France mal remise de ses récents désastres, était encore agitée par de vives préoccupations politiques. La réussite, dans de pareilles conditions, devait faire grand honneur à notre pays. Par contre, un échec pouvait avoir de désastreuses conséquences.

Mais on comptait, avec raison, sur l'habileté, le dévouement, le patriotisme des ouvriers, entrepreneurs, architectes et ingénieurs. A ces hommes d'élite, intelligents et résolus, on demanda, au nom du pays, de faire l'impossible; ils l'ont fait.

Envisagée au point de vue matériel (et ce n'était pas de ce côté que venaient les plus grosses difficultés), l'œuvre à accomplir en vingt et un mois, et pour laquelle rien n'était préparé, constituait une improvisation sans aucun précédent. On peut en juger par les chiffres suivants :

La surface couverte par nos bâtiments a été de 318 000 mètres carrés; le volume total des maçonneries, de 197 405 mètres cubes; le poids du ciment employé, de 22 140 tonnes; le poids des fers, de 27 696 tonnes; le poids des fontes, de

6595 tonnes; la longueur des conduites d'eau, de 28 kilomètres; la longueur des conduites de gaz, de 10^{km}, 18.

Les produits exposés entrés dans nos enceintes sur *wagons* et *camions* représentent un poids total de 34 421 tonnes.

Le nombre des visiteurs a été de 16 102 089, dont 12 741 656 munis de tickets et les autres d'abonnements ou de permis.

En chiffres ronds, la dépense s'est élevée à 55 millions de francs; les recettes et reventes, à 25 millions; les cessions d'édifices, à divers départements ministériels, à 3 millions; ce qui établit à 27 millions la balance sommaire de nos comptes.

Voilà ce que l'Exposition paraît avoir coûté au Trésor et ce que l'on peut regarder comme amplement compensé par les recettes indirectes de toute nature qu'elle lui a procurées.

Dans cet immense ensemble, bien des points mériteraient d'être signalés. Je dois me limiter et faire un choix. Je commence par les travaux.

Forcé d'édifier à très bref délai des constructions en maçonnerie qui ont eu jusqu'à 60 mètres de hauteur et ont, en certains points, supporté 14 kilogrammes de pression par centimètre carré, on a eu recours au ciment de Boulogne. Son emploi a été très commode, peu dispendieux, et a donné d'excellents résultats.

Avec les mortiers dont on disposait au commencement du siècle, l'exécution du palais du Trocadéro, dans les conditions de rapidité où elle a eu lieu, eût été *absolument impossible*.

En effet, à cette époque, on ignorait la constitution des chaux. On savait bien que certaines d'entre elles, celles de Metz et de Senonches par exemple, faisaient prise sous l'eau; on savait également que des chaux grasses mélangées avec du machefer, du strass d'Andernach, de l'argile torréfiée, de la pouzzolane donnaient des mortiers hydrauliques. Mais on ignorait à quel élément, à quelle combinaison d'éléments cette utile propriété était due. De là, dans les constructions, bien des méthodes vicieuses, bien des dépenses inutiles, et en fin de compte, bien des ruines prématurées.

Grâce aux immortelles découvertes de Vicat, on sait aujourd'hui ce qui détermine l'hydraulicité dans les chaux et les ciments; on reconnaît à l'analyse les calcaires qui possèdent cette utile propriété. On les fabrique même de toutes pièces et, sur les indications de la science, l'industrie a créé d'immenses fabriques au Theil, à Boulogne, à Grenoble, à Vassy et dans nombre d'autres points. Aujourd'hui, en France, nous pouvons faire partout des constructions saines, solides, économiques, car partout nous pouvons avoir des chaux et ciments de première qualité. Nous en expédions sur tous les points du globe, en Chine, dans les Indes, au Japon. C'est pour nous l'objet d'un commerce très important et rémunérateur. C'est à la science que nous devons cette richesse.

Ainsi se vérifie le mot des Anglais: *La science est de l'argent*; et nous pouvons ajouter à la vue du Trocadéro : *Elle est aussi une puissance*.

Dans un autre ordre de construction, je puis vous signaler les grandes fermes métalliques de la galerie des machines. Leur largeur est de 35 mètres, leur hauteur de 25, et elles ont été construites sans aucun contrefort à l'extérieur, ni aucun tirant à l'intérieur. Tout le monde sait quelles difficultés présente l'établissement de charpentes métalliques dans de pareilles conditions. En 1867, ces difficultés avaient été éludées par d'ingénieux artifices de construction; en 1878, elles ont été abordées de front et pleinement résolues : le mérite de cette belle solution revient à M. l'ingénieur de Dion, que nous avons eu depuis le malheur de perdre. Il avait étudié ces charpentes avec une véritable passion d'artiste et de savant, et ses calculs, d'une rare précision, ont été pleinement confirmés par les nombreux essais et épreuves auxquels on s'est livré.

Dans le même système, on a également fait construire une galerie annexe de 23 mètres de largeur, qui est à la fois fort élégante, très économique et qui n'a pas été sans faire sensation dans le monde industriel. — Ce dernier type paraît appelé à remplacer, dans une foule de circonstances, les fermes à tirant, si fréquemment employées jusqu'à ce jour dans les gares des chemins de fer.

A ce sujet, permettez-moi de signaler à votre attention les conséquences économiques des recherches auxquelles les savants se livrent sur la résistance des matériaux et la stabilité des constructions.

En France, nous sommes médiocrement riches en charbon et en minerai de fer. Beaucoup de pays sont, sous ce rapport, bien plus favorisés par la nature. Ce qui aggrave encore notre infériorité relative, c'est que les gisements du minerai sont, en général, assez éloignés des mines de charbon, d'où résulte que nos maîtres de forge sont forcés de transporter soit le minerai vers le charbon, soit le charbon vers le minerai, et dans tous les cas, sont grevés de frais que n'ont pas à supporter leurs heureux concurrents de Belgique, d'Angleterre, d'Allemagne et d'Amérique; on pourrait donc croire, tout d'abord, que les grandes constructions métalliques à l'étranger devraient échapper à nos constructeurs. Cantonnés par la nature dans les limites de nos frontières, ils ne devraient, à ce qu'il semble, élever aucune prétention sur la clientèle extérieure.

Il n'en est pas ainsi, bien s'en faut. La France fournit beaucoup d'ouvrages métalliques à l'étranger et notamment des ponts comme ceux du Douro, de Pesth, de la Hollande, qui font vraiment honneur à notre industrie.

C'est la science qui opère ce miracle et répare envers nous les torts de la nature.

Grâce aux bonnes méthodes enseignées dans nos écoles, nos ingénieurs et constructeurs savent aujourd'hui calculer avec précision les divers organes d'une machine, les diverses parties d'un édifice métallique. Démêlant, par une fine analyse, le sens et la grandeur des efforts à vaincre, ils constituent dans les mêmes directions des résistances suffisantes. Pas de pièce qui n'ait sa raison d'être et ne soit proportionnée au travail qu'elle doit fournir. Par suite, nulle part d'exagération, nulle part de poids inutile.

Le métal leur coûte plus cher qu'à leurs concurrents, c'est vrai, mais dans les mêmes conditions ils en emploient

moins, ils l'emploient mieux et, en définitive, parviennent à établir à moindre prix des constructions plus solides et plus élégantes. Ainsi se justifie la préférence qu'on leur accorde et qui est entièrement due à leur savoir.

L'exposition de l'agriculture a été très remarquable et très remarquée. Installée au quai d'Orsay, dans d'élégants pavillons coquettement décorés de trophées agricoles, elle avait un aspect de fête qui réjouissait la vue, même à côté des splendeurs du Champ de Mars.

Le système qui avait présidé à son organisation était encore plus digne d'attention. Au lieu de laisser chaque producteur apparaître isolément, on avait groupé les produits agricoles par région culturale. Dans le nord : le houblon, la pomme à cidre, le blé et l'avoine, l'œillette et le colza, la betterave, le lin, le tabac. Dans le centre : la vigne, la noix, les diverses céréales, la pomme de terre, le chanvre. Dans le midi : la vigne, l'olivier, le mûrier, le maïs. On pouvait ainsi d'un coup d'œil apprécier les ressources et le caractère propre de chaque région, comme aussi l'ensemble et l'admirable variété de notre production française.

Cette formule d'exposition collective constituait, il est vrai, une dérogation au règlement et n'a pas été admise sans difficultés. Mais elle a pleinement réussi et restera comme une des innovations les plus heureuses de l'Exposition de 1878. Ce ne fut pas la seule.

Les machines agricoles ont pris déjà et tendent à prendre, chaque jour, un rôle plus important en agriculture. La main-d'œuvre devient rare et par suite exigeante. On sent partout le besoin d'y suppléer dans une large mesure et de faire accomplir par les animaux ou la vapeur ces rudes labeurs auxquels l'ouvrier se prête de moins en moins aujourd'hui. Le fait est général ; aussi le nombre des exposants de machines agricoles était-il très considérable. Il dépassait 400. La France, l'Angleterre, l'Amérique, l'Autriche, nous avaient envoyé les types les plus perfectionnés de leur outillage.

Faucheuses, faneuses, moissonneuses, lieuses, charrues, herses, extirpateurs, semoirs de toute sorte, instruments de toute nature se pressaient dans nos annexes et appelaient l'attention par l'élégance ou l'originalité de leurs formes. Mais ils n'y figuraient qu'au repos, et on ne voit même pas bien ce que l'on aurait gagné à les actionner sur place et ce qu'aurait pu apprendre aux visiteurs une machine fauchant au Champ de Mars une prairie idéale ou labourant dans le vide.

On résolut de substituer à ces simulacres d'action des épreuves réelles, sérieuses, faites dans les conditions mêmes où les instruments sont appelés à fonctionner, et l'on institua à cet effet cinq concours.

Le premier, consacré aux faucheuses, faneuses, moissonneuses, se fit à Mormant (Seine-et-Marne), les 22 et 23 juillet 1878 : 72 machines y furent expérimentées. L'affluence des visiteurs fut énorme et l'impression profonde. Les machines agricoles ont, de ce jour, conquis nos paysans, même les plus réfractaires.

Le concours des charrues, herses, semoirs, bissocs, s'ouvrit à Petit-Bourg le 29 juillet : 109 machines y prirent part.

Le 5 août, sur l'esplanade des Invalides, eut lieu l'essai des machines et instruments d'intérieur de ferme ; le lendemain, et au même lieu, celui des machines à battre, et enfin, le 9 août, au Champ de Mars, on essaya les machines à couper les gazons et à arroser les pelouses.

Dirigés avec science et méthode, ces divers concours ont fourni non seulement un spectacle éminemment attrayant, mais encore une haute leçon dont les conséquences seront heureuses et durables. Dorénavant, il n'y aura plus d'exposition sérieuse d'agriculture sans ces concours qui, seuls, permettent de juger la valeur réelle des instruments exposés.

En 1867, l'exposition des animaux vivants avait été reléguée à Billancourt, et n'avait, en réalité, offert ni grand attrait ni grand enseignement. En 1878, pour la rapprocher de l'exposition agricole dont elle est l'annexe indispensable, on l'établit sur l'esplanade des Invalides et on lui donna, ce qui du reste lui était bien dû, une importance toute spéciale, dont on pourra juger par les chiffres suivants :

Le nombre d'animaux exposés a été, pour l'espèce bovine, de 1700 ;

Pour l'espèce chevaline, 1058 ;

Pour l'espèce porcine, 381 ;

Moutons et chèvres, 830 ;

Lots d'oiseaux de basse-cour, 2668 ;

Chiens, 563.

Mais c'était surtout par la qualité des animaux que se distinguait, entre toutes, l'exposition de l'esplanade des Invalides. Jamais il n'avait été donné aux connaisseurs de contempler pareille réunion de types choisis et pour la plupart irréprochables.

Nos exposants français se sont honorés au delà de ce qu'espéraient les plus optimistes, et, pour ne parler que de l'espèce bovine, il était difficile de trouver de plus magnifiques lots d'animaux que ceux que nous offraient nos belles races du Limousin, du Charolais, du Salers, d'Aubrac, de la Garonne, des Landes et de la Bretagne. Assurément, aucun pays ne pouvait présenter de plus nombreuses et de plus belles variétés, parfaitement adaptées chacune à leur climat, et présentant par conséquent toutes les chances de persistance et de développement. En les admirant, on se demandait si l'engouement qui nous porte vers les types étrangers est vraiment bien justifié, et si nous n'avons pas mieux à faire que d'emprunter à nos voisins leurs animaux perfectionnés. Prenons leurs méthodes et non leurs produits. A l'aide de croisements et de sélections judicieuses, faisons sur nos diverses races l'application de la méthode de Backwell, et nous arriverons bien vite, si déjà ce n'est fait, à n'avoir rien à envier à personne. Cette réflexion venait naturellement à l'esprit, et elle fait trop d'honneur à nos exposants pour que je résiste au plaisir de la reproduire ici.

A ces jours de gloire ont succédé, pour l'agriculture ; les jours d'épreuves. D'un côté, l'invasion du phylloxera ; de

l'autre, l'introduction des blés et bestiaux américains. L'agriculture s'inquiète, elle se trouble, et se demande avec anxiété ce qu'elle peut attendre et ce qu'elle doit craindre de l'avenir. Elle sollicite l'appui des pouvoirs publics et demande qu'on l'entoure d'une ceinture de protection et qu'on la relève dans une juste mesure du fardeau un peu lourd des impôts qu'elle supporte. Toutes ces mesures sont bonnes pour l'aider à se remettre de la rude surprise qu'elle vient d'éprouver. — Mais ce ne sont que des palliatifs d'un instant : la science seule donnera le remède définitif.

Oui, sans doute, dans ces plaines lointaines du *Far West* américain, là, où hier encore, paissait le bison et où hier encore chassaient les Peaux-Rouges, l'industrie agricole s'est développée. S'emparant d'immenses terrains devenus vacants, elle les laboure, les sème, les moissonne à la vapeur; elle bat ses récoltes et les prépare à la vapeur. C'est encore la vapeur qui les transporte sur des millions de kilomètres à des prix fabuleusement réduits, et, à leur arrivée au port, des navires aménagés pour cette destination spéciale les amènent en toute hâte dans notre vieille Europe, plus surprise, au fond, que satisfaite de cette avalanche de céréales. Oui, sans doute, à bref délai, la Californie, la Plata, le cap de Bonne-Espérance, l'Australie, imitant ces procédés expéditifs de culture et de transport, nous enverront à leur tour leurs produits. Tout cela est en voie de se réaliser, nos fils le verront, si nous ne le voyons pas nous-mêmes; l'âge des grands prix pour les céréales est irrévocablement clos en Europe, comme aussi celui de ces disettes et de ces famines maudites qui ont tant fait souffrir nos pères.

Pour autant, devons-nous jeter, comme on dit, le manche après la cognée et renoncer à nos belles cultures de blés? — Non, certainement; mais il faut faire autrement et mieux que nous n'avons fait jusqu'à ce jour, et la science nous en donne les moyens. Il faut tout d'abord utiliser nos cours d'eau, que nous laissons follement se perdre à la mer en entraînant avec eux la meilleure partie de nos engrais. Il faut irriguer, irriguer encore, irriguer toujours, créer des prairies à l'aide desquelles nous doublerons nos bestiaux, et par eux, nos engrais. Or l'engrais pour l'industrie agricole est comme le charbon de terre pour l'industrie manufacturière, l'agent essentiel avec lequel on peut tout et sans lequel on ne peut rien.

Partout où l'engrais naturel nous fera défaut, il faudra recourir à l'engrais artificiel. Aujourd'hui la soude et la potasse sont à bas prix, les produits ammoniacaux abondants, les phosphates de chaux répandus à profusion sur notre territoire. Nous pouvons donc composer des engrais énergiques qui doubleront la fertilité naturelle de notre sol.

Nous possédons des machines agricoles perfectionnées, il faut en user. Il faut surtout ne plus nous contenter de gratter paresseusement l'épiderme de nos champs, il faut les fouiller à vif, et faire enfin travailler ces couches profondes qui de temps immémorial se reposent.

Cultivons des surfaces moins étendues, mais cultivons-les mieux et nous récolterons beaucoup plus, — voilà ce que la science nous apprend, et c'est là qu'est le salut.

Le jour où nous obtiendrons un rendement de 30 hectolitres de blé à l'hectare, nous n'aurons rien à craindre de ces cultivateurs improvisés qui, à des milliers de lieues de nous, obtiennent à grand renfort de machines 9 hectolitres à l'hectare, ne peuvent tirer aucun parti de leur paille, et ne rendent rien au sol qu'ils épuisent.

Dans un avenir peu éloigné, quand ils auront surmené ces terres dont ils abusent, alors que la production des céréales n'y sera plus possible avec les procédés sommaires dont ils se servent aujourd'hui, quand le jour de l'alimentation difficile sera venu pour leurs nombreuses populations, nous serons heureux à notre tour de pouvoir leur offrir un morceau du pain que nous devrons à notre intelligence et à notre savoir.

Le port de commerce d'où partent les produits envoyés à l'étranger et où viennent aboutir les marchandises expédiées du dehors est l'instrument nécessaire des échanges qui se font par voie de mer. L'étude approfondie de ce port, soit pour les ressources qu'il peut offrir, soit pour les mouvements de toute espèce dont il est le centre, n'est évidemment autre que celle du trafic maritime lui-même. Elle se rattachait donc par un lien fort direct à l'Exposition, et elle avait un caractère tout spécial d'opportunité en raison des préoccupations très vives que fait naître en ce moment la situation pénible de notre marine marchande. C'est ce qui nous a déterminés à constituer pour la première fois, en 1878, une exposition spéciale des ressources des ports de commerce.

Tout d'abord il convenait de donner, de chacun de nos ports, la représentation la plus exacte et la plus claire. Des plans d'ensemble, des cartes détaillées devaient faire connaître ses dispositions générales, ses ouvrages de protection et de défense, digues et jetées, phares et balises, le tirant d'eau, la hauteur des marées; également, ses aménagements spéciaux, bassins, docks, chantiers de construction, formes de radoub et l'outillage dont il dispose.

Le port décrit dans ses dispositions essentielles, il convenait de faire connaître ses attaches tant à l'intérieur qu'à l'extérieur, à savoir la zone de territoire qu'il dessert avec les routes, rivières, canaux, chemins de fer qui l'y réunissent, comme aussi les pays étrangers avec lesquels il est plus particulièrement en relation, les ports et les escales qu'il pratique, la route que suivent ses navires voiliers ou steamers. Ce cours de géographie commerciale, fait par des hommes pleinement autorisés, devait être et a été en effet du plus haut intérêt. Il était complété par l'indication des produits d'importation et d'exportation qui alimentent plus particulièrement chaque port, et ces produits eux-mêmes figuraient à l'Exposition avec leur emballage spécial, qui constitue pour eux un véritable certificat d'origine.

Tous ces renseignements, déjà fort intéressants, étaient complétés par des cartes, des planisphères et surtout par des notices que les chambres de commerce ont voulu rédiger elles-mêmes et qui étaient pour la plupart très remarquables. Telle a été dans son principe et ses traits essentiels cette ex-

position des ports de commerce à laquelle ont pris part Marseille, le Havre, Bordeaux, Rouen, Dunkerque, Paris, Nantes, Boulogne, Cette, Brest, Honfleur, Bayonne, Dieppe et Fécamp. Grâce au zèle et à l'habileté de ses organisateurs, elle a offert non seulement un spectacle plein d'attrait, mais encore un puissant enseignement. Par elle, on a pu se rendre compte de la situation réelle de notre marine marchande, de ses éléments de vitalité, de ses causes de faiblesse et des moyens à prendre pour la relever de sa décadence actuelle.

Nos galeries offraient aux observations du public une merveilleuse réunion d'objets de toute nature fournis par les arts, l'industrie, l'agriculture et le commerce de tous les pays civilisés. En les examinant avec soin et comparant les produits exposés aux produits similaires réunis dans les Expositions précédentes, le visiteur judicieux pouvait reconnaître si les nations exposantes étaient en voie d'avancement ou de recul dans les diverses branches de l'activité humaine, quelles étapes elles avaient parcourues sur la route indéfinie du progrès, quels efforts elles avaient faits pour améliorer leur situation.

Remontant à la pensée créatrice de laquelle tous ces produits procèdent, on pouvait reconnaître également dans une certaine mesure, et par une légitime induction, quels étaient les progrès intellectuels accomplis dans le monde.

Mais ce moyen d'investigation était-il suffisant. Ne pouvait-on pas faire une enquête plus directe? N'y avait-il pas un réel intérêt à interroger les savants, les industriels, les artistes eux-mêmes, à connaître par eux le secret de leurs créations actuelles et des découvertes de toute nature qu'ils élaborent? Poser cette question, c'était la résoudre.

Assurément on ne pouvait songer à donner une apparence matérielle à la pensée créatrice dans les arts, les sciences et l'industrie. Il n'y avait pas de nouvelles galeries à ouvrir pour exposer ce qui ne revêt aucune forme et reste insaisissable à nos sens. Livres, cartes, tableaux n'y pourraient rien et si l'on veut se rendre compte de ce qu'est aujourd'hui cette pensée qui domine et pétrit la matière, il faut lui donner un champ de manifestation spéciale, où elle apparaisse avec son véritable caractère. Il faut qu'elle puisse s'y montrer dépouillée de tout appareil extérieur, et nous révéler le sens intime de ses créations, nous apprendre en quoi elle est restée fidèle aux traditions du passé, en quoi elle s'en écarte et quels sont ses traits et sa physionomie propre à l'heure précise où nous l'interrogeons.

Ce sont ces réflexions qui ont conduit à l'institution des congrès et conférences. Dans les congrès, les hommes éminents qui se vouent au culte d'une branche des arts et des sciences font connaître leurs opinions, leurs doctrines, acceptent la discussion de leurs adversaires, et de ces luttes courtoises sort un formulaire qui fixe l'état précis de la science ou de l'art sur les points particulièrement étudiés. Les opinions mêmes qui succombent ne cèdent pas sans avoir rectifié ou modifié ce qu'il peut y avoir d'excessif dans les opinions adverses.

Les conférences, où aucune contradiction ne se produit, ont aussi leur utilité spéciale. Les hommes distingués qui les font se donnent pleine carrière et livrent plus facilement le fonds intime de leur pensée. Leurs doctrines peuvent ne pas être d'une irréprochable orthodoxie, mais par cela même elles frappent davantage, ouvrent des horizons nouveaux et souvent laissent des traces fécondes.

Chacun de ces deux modes de divulgation de la pensée avait sa raison d'être, son utilité spéciale. Tous deux ont été concurremment employés.

Venue sur le tard et improvisée au travers d'une gigantesque improvisation, cette institution des congrès et conférences est peut-être l'innovation la plus heureuse et l'effort le plus puissant qui ait signalé l'Exposition. Il fallait vraiment avoir une foi absolue dans la bonne volonté et le savoir de notre pays, pour ouvrir inopinément cette arène de discussion et y convier le monde entier. Nous en sommes sortis à notre honneur. L'institution restera, portera ses fruits, et quand on se souviendra des conditions dans lesquelles elle a été inaugurée, on admirera franchement, malgré quelques imperfections, les résultats obtenus. Les quarante volumes où se trouvent reproduites toutes les savantes discussions et expositions qui ont eu lieu au Trocadéro méritent de trouver et trouveront certainement bon accueil dans les meilleures bibliothèques.

J'aurais bien des choses encore à vous signaler dans cette grandiose création de 1878. Je pourrais, avec l'espoir de vous intéresser, vous entretenir de cette exposition rétrospective, si habilement organisée par M. de Longpérier, de la revue ethnographique, où figuraient toutes ces restaurations égyptiennes, dues au génie de M. Mariette, de l'exposition d'anthropologie, et même de ces utiles créations de la police et du service médical, qui ont si merveilleusement fonctionné. Mais je dois m'arrêter, car je m'aperçois que j'ai grandement méconnu ce sage avertissement de Boileau :

> Qui ne sut se borner ne sut jamais écrire,

ni parler. Je reconnais ma faute, je vous en témoigne mes regrets et vous prie de vouloir bien m'accorder le bénéfice des circonstances atténuantes, car j'ai été fort mêlé à cette œuvre de l'Exposition dont je viens de vous entretenir, et elle m'a fort préoccupé.

III.

Dans cette antique cité de Reims, que de souvenirs assiègent la pensée! Ici Clovis fut conquis au christianisme et par lui, la Gaule elle-même. Dans cette cathédrale, une longue suite de souverains vint consacrer son alliance avec la religion. Ici Jeanne d'Arc apparut dans son triomphe, conduisant à l'honneur cette bannière qu'elle avait si vaillamment portée à la peine. Dans ces murs enfin naquit Colbert, ce prodigieux travailleur qui sut en quelques années reconstituer les finances, la police, la marine, la voirie de la France, qui fit construire le canal du Languedoc, fonda l'Observatoire, les

Académies, et imprima à l'administration française une énergie d'action qui n'a jamais été dépassée.

Sans doute les conceptions économiques de ce grand homme ne peuvent plus être les nôtres. La vapeur a transformé le monde, a créé des besoins, des relations dont on ne pouvait avoir aucune idée il y a deux siècles. Mais elles étaient parfaitement appropriées à leur époque et ont contribué, autant que la fortune des armes, à la grandeur de la France.

Industrieuse et commerçante, la ville de Reims le fut dès les temps les plus reculés. Ses produits jouissaient déjà d'une grande réputation à l'époque de la domination romaine. Mettant de nos jours à profit toutes les ressources de la science, elle représente dignement notre pays sur les marchés du monde.

Ses établissements d'instruction sont à la hauteur de sa grande situation : une École de médecine, héritière de son antique université, un lycée florissant, une école professionnelle largement dotée et installée, de nombreuses écoles primaires, et enfin cette touchante institution de l'école ménagère, due à la tête et au cœur d'une femme d'élite.

En parfaite communauté de sentiments avec cette noble cité, notre Association a accepté de grand cœur la cordiale hospitalité qui lui était offerte. — Elle me charge d'en remercier le maire et les représentants de la ville de Reims ; elle espère que ce congrès sera le point de départ de durables et affectueuses relations.

Mesdames et Messieurs,

Je déclare ouvert le neuvième congrès de l'Association française pour l'avancement des sciences.

KRANTZ.

M. DIANCOURT

Maire de Reims.

Messieurs,

Je remercie, au nom de la ville de Reims, les hôtes éminents qui lui ont fait l'honneur de la choisir comme siège de leurs travaux en 1880.

Ils ne trouveront pas ici, comme dans leurs précédentes excursions, au Havre et à Montpellier, les grands spectacles de l'Océan, ni les horizons azurés de la Méditerranée. Nos sites sobres et nus laisseraient froide l'imagination des poètes; mais ils ont leur éloquence pour des hommes d'étude qui, comme vous, messieurs, peuvent apprécier par eux-mêmes les conquêtes du travail humain sur les éléments les plus rebelles à son action.

Le travail, c'est tout à la fois notre devise, notre honneur, la cause et l'explication de notre prospérité.

C'est lui qui, pour nous, a remplacé le voisinage de la mer ou ces grands cours d'eaux, indispensables auxiliaires de toute industrie, à qui d'autres villes, plus favorisées, ont dû leur naissance et leur prospérité.

C'est lui qui, à défaut de ces campagnes luxuriantes, où la richesse agricole germe et fructifie sans effort, nous a permis de vaincre un sol ingrat et rebelle que nos cultivateurs et nos vignerons ont transformé en plaines fécondes et en vignobles fameux.

C'est lui qui, malgré des conditions économiques défavorables, malgré la cherté des constructions et des subsistances, malgré les transports onéreux des matières premières et des combustibles, malgré le prix élevé de la main-d'œuvre, a permis à nos industriels, à nos fabricants et à nos ouvriers de soutenir la lutte avec des concurrents mieux armés, et de les vaincre dans ce grand champ clos de l'industrie où la concurrence de tous les peuples se livre un combat sans trêve et sans fin.

Vous, messieurs, les travailleurs par excellence, les chercheurs infatigables et obstinés, qui livrez aux secrets et aux forces de la nature d'incessants et victorieux assauts, vous êtes bons juges en matière de travail ; et votre présence ici, le choix que vous avez fait de notre ville comme siège du congrès sont tout à la fois pour nous un honneur et un témoignage.

Nous vous remercions de l'un et de l'autre. Soyez donc deux fois bienvenus dans nos foyers et dans nos édifices publics.

Nous veillerons avec un soin jaloux à assurer le calme de vos études. Nous assisterons, attentifs et recueillis, à vos savantes conférences, à vos lumineuses démonstrations, au-dessus desquelles nous verrons planer la figure sereine de la Science.

Reims, qui fut de tout temps une ville de sciences et de lettres, en même temps qu'une cité industrielle, se souvient avec orgueil de son antique université et de ses nombreuses écoles qui lui avaient mérité le surnom, peut-être ambitieux, d'*Athènes des Gaules*.

Le congrès de 1880 est un nouvel anneau ajouté à cette chaîne invisible qui relie le passé au présent, et le présent à l'avenir. Cette date nouvelle vient s'ajouter à tant d'autres fameuses dans une histoire de vingt siècles; elle attestera que notre génération n'avait pas démérité du passé, puisqu'elle léguera ce glorieux souvenir à l'avenir.

DIANCOURT.

M. MERCADIER

Secrétaire général.

L'Association française en 1879.

Messieurs,

Le secrétaire général de l'Association française pour l'avancement des sciences est chargé de présenter, au début de chaque session annuelle, un rapport et comme une histoire des travaux de l'année et des événements intéressant l'Association survenus entre deux sessions consécutives.

Appelé par la bienveillance de mes collègues à remplir

aujourd'hui cette tâche, permettez-moi d'abord de les remercier publiquement (ce que je n'avais pu faire encore) de l'honneur qu'ils m'ont fait, puis d'aborder mon sujet sans préambule, et, pour vous fatiguer le moins possible, d'aller immédiatement droit au but.

I.

Ouverte par un discours de notre président, M. Bardoux, suivi d'une remarquable allocution du préfet de l'Hérault, notre collègue, M. Cazelles, et du rapport si complet et si intéressant de mon prédécesseur, M. de Saporta, sur la session de Paris pendant l'Exposition universelle, la session que nous avons tenue l'année dernière à Montpellier a été l'une des plus importantes, des plus intéressantes et des plus agréables à la fois que nous ayons eues jusqu'à présent : importante par le nombre et la qualité des travaux présentés, intéressante et utile, à cause du nombre et de la nature des établissements qu'il nous a été donné de visiter, des choses nouvelles que nous avons pu voir de près, des belles excursions que nous avons faites ; agréable enfin par la cordialité continuelle et quelquefois la splendeur des réceptions qui nous ont été faites partout où on nous a présentés. Un grand nombre de savants étrangers avaient répondu à notre invitation; beaucoup de sociétés savantes et plusieurs ministères s'étaient fait représenter par des délégués, et nos travaux ont commencé avec la plus grande activité.

De ces travaux proprement dits de la session, c'est-à-dire des communications faites dans les quinze sections du congrès, je ne vous parlerai point, et pour cause. Il me faudrait, pour en parler avec quelque intérêt pour vous, une compétence en quelque sorte universelle que je suis bien loin de posséder. Permettez-moi de vous renvoyer au beau volume qui renferme les comptes rendus des travaux de la session. Mais je puis affirmer en tout cas que jamais jusqu'ici session n'a été mieux remplie, et que le nombre, l'importance, la nouveauté des travaux présentés dans les diverses sections prouvent jusqu'à l'évidence que notre temps a été bien employé, pour le plus grand profit de la science et du pays.

Les sections ont tenu cinq ou six séances ordinaires. Nous avons eu en outre une séance générale et deux conférences intéressantes à des degrés divers. Dans l'une, vous le savez, M. Denayrouse, répétiteur à l'École polytechnique, nous a entretenus des progrès récents et des conditions économiques de la production de la lumière électrique, et nous a montré les effets des bougies électriques les plus nouvelles alors, celles de M. Jamin. Dans l'autre, notre savant collègue, M. Barral, a traité un sujet d'un intérêt malheureusement bien général pour la France entière, et tout particulièrement intéressant pour la région qui entoure Montpellier. Il s'agissait des *irrigations*. Vous relirez, messieurs, cette belle conférence tout entière dans nos comptes rendus; mais vous n'en avez pas besoin pour vous rappeler avec quelle compétence, avec quelle science profonde, avec quelle clarté, avec quelle chaleur communicative M. Barral a traité ce beau sujet d'études sous toutes ses faces, au point de vue des résultats que le bon emploi de l'eau peut produire, pour combattre le phylloxera, pour la prospérité générale du pays, pour la richesse de l'État, et pour la science elle-même. A l'aide d'exemples bien choisis, en appuyant ses démonstrations de nombreux dessins projetés à la lumière oxhydrique sur un tableau, pour les rendre visibles à tout l'auditoire, l'éminent conférencier nous a pleinement convaincus de la bonté de sa thèse, et nous a charmés en nous instruisant.

Les travaux de ce genre constituent comme le fonds commun de toutes nos sessions : nous avons pu y rattacher un assez grand nombre de visites scientifiques et industrielles, vous savez, messieurs, avec quel profit et quel agrément! La Faculté des sciences, les Écoles de médecine et de pharmacie nous ont ouvert leurs portes avec un empressement dont nous nous souvenons avec reconnaissance. Nous avons admiré le vieux et beau jardin botanique dont l'histoire se rattache intimement à celle de la glorieuse École de Montpellier.

Vous n'avez pas oublié cette instructive et agréable visite faite à l'École d'agriculture, l'empressement des habitants de la ville à nous y accompagner, et la cordiale réception que nous y avons reçue de M. le Directeur et de Mme Saint-Pierre, ainsi que de tous les professeurs de l'École.

Vous vous souvenez aussi des expériences intéressantes auxquelles nous avons assisté à l'École régimentaire du génie, et beaucoup d'entre nous ont pu visiter dans tous ses détails l'un des beaux établissements industriels du pays, la grande usine de fabrication de bougies de MM. Faulquier, Cadet et Cie.

En dehors de ces travaux et de ces visites, nous avons pu effectuer, comme nous en avons l'habitude pendant chacune de nos sessions, deux grandes excursions dans la région qui avoisine la ville qui nous recevait.

La première eut lieu le 31 août. Elle avait pour objectif Nîmes et Aigues-Mortes. Vous vous rappelez, messieurs, cette visite de la ville de Nîmes sous l'obligeante conduite de M. Révoil, les Arènes, cette Maison-Carrée, ces Bains romains, ce temple de Diane... dont la vue replace le visiteur charmé en pleine civilisation antique, tandis que l'aspect d'Aigues-Mortes le reporte subitement au moyen âge. Vous n'avez pas oublié la cordiale réception qui nous fut faite, au nom de la Compagnie des Salins du Midi, par MM. Gervais et Mion, ingénieurs de la Compagnie ; cette belle promenade sur le chenal maritime d'Aigues-Mortes jusqu'au Grau-du-Roi, cette vue splendide bornée au large par la ligne bleue de la mer, en face par la chaîne des Cévennes, à droite par la pointe de l'Espiguette et son phare, à gauche par la ligne des sables qui bordent l'étang de Mauguio, le Grau-de-Palavas, et enfin l'étang de Thau et Cette que nous devions voir de près quelques jours plus tard.

Le 2 septembre, en effet, un train spécial nous conduisait à Bouzigues, où nous trouvions des chalands de la Compagnie des Salins et un remorqueur que M. Nahmens avait mis gracieusement à notre disposition. Notre flottille pavoisée sillonna lentement l'étang de Thau sous un soleil splendide, jusqu'à Balaruc d'abord, puis jusqu'à Cette, précédée par le

stationnaire à vapeur du port. Aucun de nous, messieurs, n'oubliera jamais la réception que nous trouvâmes à Cette, où notre visite coïncidait avec la fête patronale. Il nous semble entendre encore les vivats chaleureux de la foule, et voir cette ville entière pavoisée, ainsi que les navires et les bateaux qui remplissaient les bassins et l'avant-port.

Après avoir visité les belles collections de M. Doumet-Adanson, les chais de MM. Winberg, les grands magasins de MM. Noilly Prat, après avoir assisté aux joutes nautiques et aux régates en mer, un banquet magnifique était offert au congrès par trois cents habitants de Cette, en tête desquels se trouvait le maire, M. Espitalié.

La nuit venue, une surprise véritablement merveilleuse nous était réservée. Embarqués de nouveau sur nos chalands brillamment éclairés, nous revenons dans l'avant-port, sillonné ainsi que les bassins par de nombreuses barques illuminées, et éclairé de tous côtés par des jets de lumière électrique. Je renonce à décrire la montagne de Cette couverte de feux étagés réfléchis par la mer, les acclamations d'une foule immense, le simulacre d'un combat naval entre *le Hussard* et le bâtiment de l'École des mousses, puis tout à coup le brillant feu d'artifice sur l'eau, accompagné des détonations de pièces d'artillerie, et de l'embrasement général de la ville et du port à l'aide de feux de Bengale.

C'était un spectacle inouï et véritablement féerique. *On se croirait à Venise!* s'écriait-on de toutes parts; lorsqu'une aimable congressiste, femme d'un des savants les plus distingués d'Italie, répondit vivement : *A Venise! On n'a jamais rien vu de pareil!* Ce mot, messieurs, en dit plus long que ne pourraient le faire toutes mes phrases. Je le renvoie avec nos remerciements à nos hôtes de Cette, comme un témoignage irrécusable de la splendeur de leur réception.

Ces deux belles excursions furent suivies à la fin du congrès de trois autres, où des groupes de nos collègues visitèrent Carcassonne, le Gard et l'Hérault. Vous trouverez dans nos comptes rendus les récits de ces excursions, effectuées le plus heureusement et le plus agréablement du monde.

Il me reste, pour terminer l'histoire du congrès de Montpellier, à rendre un hommage reconnaissant à la réception qui nous fut faite dans la ville même, le premier jour par la municipalité et le comité local ; puis par le préfet de l'Hérault, notre collègue, le savant traducteur d'Herbert Spencer, et par Mme Cazelles ; par le cercle artistique et la Société des Amis des arts, qui nous ont ouvert leurs salons pendant toute la durée du congrès ; par nos collègues des Facultés et des Écoles ; par l'armée et la population tout entière, et en particulier par les souscripteurs généreux dont l'initiative spontanée avait assuré la session de Montpellier. Pourrions-nous jamais oublier cette fête d'adieux, qui nous a été donnée en plein air, au milieu d'une foule empressée et sympathique, par une de ces belles soirées du midi qui reposent l'esprit en charmant les yeux? Il me semble revoir encore tout illuminée cette magnifique promenade du Peyrou, l'une des plus belles de France, d'où les heureux habitants de Montpellier peuvent apercevoir à l'horizon la mer bleue qui se confond avec le ciel, cette chère Méditerranée qui baigne les antiques berceaux de la civilisation et de cette race latine dont certains philosophes nuageux prophétisent tous les jours la ruine, tandis qu'elle se développe aux rayons de la science et de l'art, tandis que son beau soleil resplendissant

> Verse des torrents de lumière
> Sur ses obscurs blasphémateurs !

Je m'arrache avec peine, je l'avoue, à cette douce vision, et je continue.

II.

Depuis la session de Montpellier, l'histoire de l'Association est très simple. Elle se résume en ces termes : progrès continu et situation florissante.

Au 1er janvier 1880, il y avait 572 membres nouveaux. Depuis lors nous avons eu 560 inscriptions. Tous ces adhérents ne nous resteront pas sans doute, mais nous en conserverons au moins 300. Dès à présent nous sommes plus de 3000 : un fort et solide régiment !

Notre capital s'est beaucoup augmenté. Sans empiéter sur les attributions de notre cher et dévoué trésorier, qu'une circonstance fâcheuse tient pour la première fois éloigné de notre congrès, je puis vous signaler les heureuses causes de cette progression de nos ressources.

En dehors des cotisations des membres nouveaux, nous avons reçu le don annuel de 1000 francs de M. Kuhlmann, à qui nous adressons des remerciements qui, pour être périodiques, n'en sont pas moins sincères et chaleureux. La ville de Montpellier, suivant l'initiative prise par Paris en 1878, nous a laissé, pour constituer une subvention bi-annuelle de 600 francs à donner en son nom, le reliquat des sommes qui avaient été recueillies pour la tenue de la session. Elle augmente ainsi nos ressources *certaines* et par suite, le bien que nous pouvons faire. Qu'elle reçoive ici l'expression de nos sentiments unanimes de vive reconnaissance.

Enfin, messieurs, un simple particulier nous a fait cette année un don magnifique. M. Brunet, désireux de contribuer dans la mesure de ses moyens aux progrès de la science, a prélevé sur une modeste fortune, honorablement acquise dans le commerce, une somme de 23 800 francs pour fonder une subvention annuelle de 1000 francs. De tels actes, messieurs, honorent profondément et celui qui les fait et ceux qui sont chargés d'en suivre l'exécution.

En Angleterre et en Amérique, ils sont assez fréquents. En France, ils sont plus rares. M. Brunet a suivi, sans le savoir, le bel et noble exemple de MM. d'Eichhal et Kuhlmann. Il a déjà reçu en votre nom l'expression de notre gratitude ; mais une telle générosité méritait un hommage public que vous pouvez lui rendre dans cette première séance de notre session.

L'heureuse conclusion de tout ceci, messieurs, c'est qu'à l'heure actuelle, l'Association, après huit ans d'existence seulement, possède plus de 300 000 francs. C'est déjà un beau capital, et, en tant que propriétaires, nous nous en réjouissons. Tous les propriétaires en feraient autant, il est vrai ;

mais ce qui nous distingue profondément d'au moins quelques-uns d'entre eux, c'est que nous désirons ardemment nous enrichir afin de pouvoir donner davantage !

Nous constituons en effet avec nos revenus (et c'est un des côtés les plus utiles de notre œuvre) des subventions annuelles à l'effet de contribuer à l'avancement des sciences, fidèles en cela au titre même de notre association : nous les donnons à des institutions scientifiques déjà créées ou qui se créent, à des œuvres commencées et dont l'achèvement nous semble utile au développement d'une science, et enfin à ceux qui les font. Cette année même nous distribuons ainsi 10 000 francs, et nous avons donné depuis notre fondation, au grand profit de la science, une somme supérieure à 70 000 francs, résultat qui n'est pas sans importance en vérité, et dont l'utilité ne saurait être discutée. Le budget officiel de la science n'est pas riche encore, et le métier de savant est en général, au point de vue financier, un assez piètre métier. Les corps savants, tels que l'Académie des sciences et l'Académie de médecine, y suppléent, dans une certaine mesure, à l'aide des prix nombreux qu'ils décernent et dont nos collègues font tous les ans une ample moisson.

C'est à ce titre que je puis citer cette année parmi les lauréats de l'Institut : MM. Collignon, qui a obtenu le prix Dalmont; Riban, le prix Jecker; Lecoq de Boisbaudran, le prix Lacaze; H. Filhol, le grand prix des sciences physiques; Lemoine (de Reims), un prix de 1000 francs; Voisin, un prix Monthyon de médecine et de chirurgie; Toussaint, les intérêts du prix Bréant; A. Guérin, le prix Godard; F. Franck, le prix Monthyon de physiologie expérimentale. A la réunion des sociétés savantes, nos collègues, MM. Crova, Violle, Chantre, Falsan, ont obtenu des médailles d'or; MM. Callot, Haller, Lemoine (de Reims), des médailles d'argent.

A cette liste je joins celle de ceux nos collègues à qui leurs travaux et leurs services ont valu, cette année, soit des situations élevées, soit des distinctions honorifiques.

M. le colonel Perrier a été nommé membre de l'Institut; M. Hervé Mangon, directeur du Conservatoire des arts et métiers; M. Dehérain, professeur au Muséum; M. Constantin Paul, membre de l'Académie de médecine; M. le sénateur Pomel, directeur de l'École supérieure des sciences, à Alger; M. le colonel Laussedat, directeur des études à l'École polytechnique. Quant aux distinctions honorifiques, la liste en est longue. En tête, je trouve élevé au grade de commandeur de la Légion d'honneur l'un de nos plus sympathiques et de nos plus dévoués collègues, dont la vie tout entière a été consacrée à la science, l'éminent secrétaire perpétuel de la Société d'agriculture, M. Barral. Notre vice-président, M. Chauveau, doit à ses beaux travaux de physiologie expérimentale sa nomination d'officier de la Légion d'honneur. Ai-je besoin d'évaluer les titres qui ont valu, il y a quelques jours à peine, la même distinction à M. le professeur Verneuil? Un grand nombre de nos collègues ont reçu la croix de chevalier, et il suffit de les nommer pour voir combien cette distinction était méritée. Ce sont MM. F. Passy, Pouchet, Grimaud, de Seynes, Hamy, Vaillant, Terquem, docteur Ball, Saint-Pierre, directeur de l'École d'agriculture de Montpellier, Alix, médecin-major à Toulouse, docteur Hameau, d'Arcachon, Arloing, professeur à l'École vétérinaire de Lyon, Tourasse, de Pau. Enfin (j'a réservé pour la fin cette nomination trop longtemps attendue), le physicien, l'ingénieur, le professeur, le travailleur infatigable, la cheville ouvrière de tous nos congrès, notre cher secrétaire Gariel.

Après avoir accompli la tâche si agréable de féliciter nos collègues, il m'en reste une autre à laquelle je ne saurais me soustraire, celle de vous parler de nos morts.

Tous les ans nous avons une triste page à ajouter à notre histoire, et elle se trouve cette année des plus cruelles. Parmi ceux que nous avons récemment perdus, je citerai V. Borie, esprit éclairé, économiste distingué, l'un des fondateurs de notre Association; Schwaeblé, ancien officier du génie, directeur de l'École supérieure du commerce, qui vient de nous être enlevé subitement, il y a quelques jours à peine.

Puis c'est un jeune élève ingénieur des ponts et chaussées, M. Devin, secrétaire des troisième et quatrième sections au congrès de Montpellier, mort peu de temps après la session, au retour d'une mission en Algérie.

Ensuite, à côté de l'élève, le maître, l'éminent professeur de l'École polytechnique et de l'École des ponts et chaussées, l'inspecteur général chargé du service des phares, Léon Raynaud, dont les élèves et les amis (ils sont nombreux parmi nous) conserveront toujours un respectueux et bien doux souvenir.

Enfin, messieurs, il est un nom que vous attendez tous, et que je prononce le dernier, car celui qui le portait a été l'un des derniers frappés; frappé subitement, en pleine maturité de la vie et du talent, succombant, par une sorte d'ironie de la destinée, à une maladie dont l'étude magistrale lui avait procuré l'un des premiers triomphes de sa carrière scientifique ! Que vous dirai-je de Broca que vous ne sachiez vous-mêmes ? Est-ce aux membres de l'Association qu'il est besoin de rappeler le chirurgien et l'anatomiste éminents, le savant laborieux qui a découvert le siège de l'organe de la parole, l'anthropologiste hors de pair, le fondateur de la Société et de l'École d'anthropologie? Est-ce bien à eux également qu'il faut rappeler que Broca fut l'un des fondateurs de notre Association; que nul plus que lui ne contribua à sa formation, à sa constitution, à son développement, à son progrès, et qu'en le perdant nous perdons l'un des soutiens les plus convaincus, les plus zélés, les plus actifs, les plus énergiques, les plus puissants de notre œuvre? Savant et professeur de premier ordre, travailleur consciencieux, d'un caractère ferme et digne, d'un cœur noble, expansif, généreux, citoyen inébranlable dans ses convictions, patriote ardent et sincère, tel était l'homme ! Voilà la perte que fait sa famille, que nous avons vue si souvent suivre son chef à nos congrès, et à qui nous adressons, amis ou simples collègues, l'expression de notre respectueuse et douloureuse sympathie.

Et cependant, messieurs, en présence de ce deuil indicible, une pensée nous console. Pour nous, Broca n'est véritable-

ment pas mort dans le sens élevé de ce mot cruel, car il nous reste son exemple, son souvenir et son œuvre. Pour de tels hommes, qui pendant quarante années travaillent sans relâche et sans trêve, qui font de belles découvertes, qui produisent des œuvres durables, la mort perd beaucoup de son aspect lugubre : elle peut venir, ils sont prêts ! Et c'est bien à eux qu'on peut appliquer un beau vers de ce Champenois qui fut un de nos plus grands poètes :

Rien ne trouble sa fin, c'est le soir d'un beau jour.

C'est ainsi que nous voulons et que nous devons la considérer.

Lorqu'au milieu d'un bataillon en marche contre l'ennemi, l'un des chefs tombe frappé à mort, les soldats serrent les rangs et marchent. Nous aussi, messieurs, nous serrons nos rangs avec douleur et nous marchons !

III.

Nous marchons, parce que nous le devons, parce que l'Association française est une œuvre de progrès qui ne peut s'arrêter.

Mais elle est en même temps et essentiellement une œuvre de propagande. Son but le plus général est de réunir toutes les énergies scientifiques de la France dans un effort commun. C'est pourquoi, après avoir tenu notre congrès successivement à Bordeaux, à Lyon, à Nantes, à Lille, à Clermont, au Havre, à Paris (par exception) et à Montpellier, nous venons aujourd'hui à Reims, appelés à plusieurs reprises, avec une insistance qui nous a vivement touchés et que justifie pleinement l'accueil que nous recevons.

A en juger par cet accueil, par le nombre de nos collègues qui sont venus, par le nombre et le nom des savants étrangers qui ont répondu à l'invitation qui leur a été faite, la session qui va commencer semble ne devoir le céder à aucune autre.

J'aurais pu terminer mon discours par l'expression de cette espérance ; mais ma tâche ne me paraîtrait pas remplie, si je ne m'adressais maintenant spécialement à vous qui nous donnez aujourd'hui l'hospitalité.

Sur vos demandes répétées, nous avons fait vers vous, avec joie, le premier pas, nous sommes sûrs que vous ferez sans peine le second.

Vous viendrez à nous, d'abord parce que nous sommes des hommes de science.

La science, en ce moment, est devenue l'arme indispensable de la lutte pour l'existence, pour le développement de la civilisation, pour le relèvement graduel, progressif et sûr du niveau physique, intellectuel et moral de l'humanité. La science procure, de plus, à ses adeptes, les joies les plus pures et les plus certaines à la fois. J'ai souvent entendu dire à un vieux et savant professeur, non sans quelque amertume, que c'était la seule chose au monde qui ne trompait pas ! Sans aller aussi loin que ce misanthrope, on peut dire, en tout cas, qu'elle ne trompe jamais. Au bout de toute recherche scientifique désintéressée, énergique, persévérante, il y a toujours un résultat sérieux : ce n'est pas toujours celui qu'on cherche, mais peu importe, il y en a un.

La science, d'ailleurs, a ses bras ouverts à tous, et la liste de nos sections en embrasse toutes les branches. Qui que vous soyez, il est bien difficile que vous n'en trouviez pas une où vous puissiez vous rattacher. Hommes de science pure, vous n'avez que l'embarras du choix ; hommes d'application, hommes pratiques, commerçants ou industriels, nous avons pour vous des sections de navigation, de génie civil et militaire, d'agronomie, de géographie, d'économie politique et statistique. Et d'ailleurs, pour faire partie de notre Association, il n'est pas nécessaire de lui apporter un concours scientifique personnel : il y a d'autres manières, accessibles à tous, de lui témoigner de la sympathie, et de l'aider efficacement dans son œuvre.

Vous viendrez à nous, parce que nous sommes des esprits libres.

La liberté est la condition essentielle du développement des sciences, et par suite de notre Association. Aussi n'existe-t-il parmi nous ni castes, ni sectes, ni coteries. Toutes les convictions sincères y sont respectées. Tout ce qui touche au domaine de la conscience est systématiquement écarté de nos débats. On ne discute ici que des questions véritablement discutables et sur lesquelles l'expérience a quelque prise ; mais toutes les questions de ce genre sont admises à la discussion. Nous écoutons toutes les doctrines scientifiques, sérieuses ou non, peu nous importe, car celles qui ne le sont pas ne résistent pas à un examen rigoureux, fait librement et en pleine lumière. Nous avons une foi sincère dans le progrès continu de l'humanité, et, jugeant de l'avenir d'après le passé et d'après les conquêtes que le siècle actuel a faites sur la nature, nous n'admettons pas qu'on vienne nous dire *a priori*, en quelque branche que ce soit de la science positive : « Tu t'arrêteras là. » Il y a donc place parmi nous, vous le voyez, pour tout homme d'initiative, de bonne volonté et de bonne foi.

Enfin vous viendrez à nous, messieurs, parce que nous sommes des patriotes.

Il n'est pas un seul coin de notre chère France où l'on puisse faire avec plus d'à-propos cet appel. Votre histoire à vous, Rémois et Champenois, n'est-elle pas un résumé vivant de notre histoire nationale ? Ne fûtes-vous pas, il y a dix-huit cents ans, une des plus florissantes cités des Gaules, et plus tard la métropole de la Belgique ? N'avez-vous pas vu Clovis et saint Rémy ? Votre archevêque Turpin n'est-il pas l'un des héros de l'épopée carlovingienne, et Gerbert l'un des apôtres de la civilisation nouvelle ? N'est-ce pas dans cette ville même que presque tous nos rois ont reçu la consécration traditionnelle qui paraissait jadis nécessaire à leur autorité ? Et le grand nom de Colbert ne rattache-t-il pas intimement la ville de Reims à ce que l'on a si longtemps appelé le grand siècle de notre histoire ?

Mais il y a plus, et il y a mieux ; car les annales de cette région se confondent, à des époques mémorables, avec celles de la défense de la liberté et du pays,

N'est-ce pas en effet aux *Champs catalauniques* que fut arrêtée l'invasion de ces Barbares dont la race et les procédés n'ont pas encore disparu? N'est-ce pas ici même qu'au XII[e] siècle on a lutté jusqu'à la mort pour la conquête des libertés municipales et contribué à cette grande révolution qu'on nomme l'affranchissement des communes? Peut-on regarder votre merveilleuse cathédrale sans songer au sacre de Charles VII et au pays délivré de l'étranger par cette incarnation puissante du peuple de France que notre vieux Villon, d'un cœur reconnaissant, appelle *Jeanne la bonne Lorraine?* N'est-ce pas à quatre pas d'ici, dans les défilés de l'Argonne, que nos glorieux volontaires de 92 arrêtèrent victorieusement la première des invasions auxquelles nos pères eurent le malheur d'assister? N'est-ce pas ici que, pour s'opposer à la seconde, se déroula la lutte héroïque de 1814, admirable comme une antique épopée, et dans laquelle l'homme qui l'avait rendue inévitable par ses fautes sut au moins défendre, avec une infatigable vigueur, pied à pied et pas à pas, le sol sacré de la patrie? N'en avez-vous pas encore subi une troisième? Mais de celle-là vous n'avez eu que les misères, et il est inutile d'en rappeler ici la cause; elle fait encore, à l'heure qu'il est, saigner notre cœur et notre patriotisme!

Ah! je prononce là pour la seconde fois un mot qu'on avait bien longtemps oublié! et il a fallu, pour nous rafraîchir la mémoire, une série de désastres sans nom, où l'on a pu croire que nous avions véritablement *tout perdu, fors l'honneur!*

Heureusement il n'en était rien. Mais nous avions eu un instant des craintes, et notre Association est née précisément du besoin impérieux, du désir inextinguible, de l'énergique résolution de relever la patrie qui ont saisi, en 1871, tous les Français qui ont du cœur.

Cette œuvre de relèvement a commencé rapidement dans tous les sens, et notre race de Gaulois greffés de Romains aura peut-être gagné à ses revers deux qualités inestimables: le calme qui convient à la force, et la longue et inaltérable patience qui convient aux immortels! Mais il faut continuer sans relâche, et nous vous invitons à y contribuer avec nous, vous, nos hôtes aujourd'hui, nos collègues demain et bientôt nos amis.

Vous entendrez notre appel. Ce n'est pas ici qu'on risque d'invoquer en vain le nom de la patrie : ce n'est pas dans cette région dont je viens de rappeler les nobles souvenirs, sur ce sol qui recouvre tant de glorieux défenseurs du pays, que, si l'on avait la puissance de réveiller les morts, il suffirait, en un point quelconque, de frapper du pied la terre pour en faire jaillir des héros!

Oui, vous viendrez grossir notre groupe déjà nombreux de volontaires de la science : vous viendrez dans nos rangs, à l'ombre de notre drapeau, le drapeau du travail, de la paix, de la liberté, et vous prendrez le mot d'ordre que nous avons adopté dès la première heure et qui résume à la fois notre but, nos moyens et nos espérances : *En avant par la science, pour la patrie!*

MERCADIER.

M. MASSON

Trésorier.

Les finances de l'Association.

Mesdames, Messieurs,

Les revenus de l'Association française, pendant l'année 1879, se sont élevés au chiffre de 60 516 fr. 24. Voici comment cette somme se décompose :

RECETTES.

Reliquat de l'exercice 1878	1 399f 59
Cotisation des membres annuels (2187 membres en augmentation de 214 sur 1878)	43 740 00
Arrérages des capitaux placés	13 191 85
Recettes diverses	884 80
Crédits antérieurs annulés	1 300 00
	60 516f 24

DÉPENSES.

Les dépenses se sont réparties comme suit :

Frais d'administration	12 533f 35	
Impression du volume de la session de Paris	28 479 00	
Impressions diverses	2 812 75	
Subventions scientifiques	8 500 00	
Bourses de session	500 00	
Frais de la session de Montpellier	2 978 65	
	55 803f 75	55 803f 75
Il a été prélevé sur l'excédent pour constituer la réserve statutaire		4 462 48
Il reste à compte nouveau		250 01
Total égal		60 516f 24

CAPITAL.

D'autre part, notre capital s'est augmenté d'une façon notable; de 255 271 fr. 13, il s'est élevé à 300 350 fr. 61, soit une augmentation de 45 079 fr. 48.

C'est là un progrès considérable et que nous enregistrons avec une grande satisfaction. L'honneur en revient avant tout à M. Benjamin Brunet qui, au cours de cette année, a fait don à l'*Association* du capital nécessaire à l'achat d'une inscription de rente 5 pour 100 de 1000 francs, soit 23 817 francs.

C'est à l'issue de la session de Montpellier, dont les comptes rendus lui avaient apporté les échos, que M. Benjamin Brunet, qui n'appartenait pas encore à notre Association, mais qui se proposait dès longtemps de consacrer à une œuvre d'utilité publique une partie d'un patrimoine acquis par de longs et honorables labeurs, a proposé à notre société cette fondation généreuse, en lui laissant le soin de disposer annuellement des revenus dans un intérêt scientifique.

Une somme de 1000 francs sera donc, à partir de l'année

prochaine, attribuée chaque année à une subvention scientifique sous le nom de Fondation Benjamin Brunet. L'Association aurait voulu remercier publiquement le citoyen généreux et éclairé qui lui a fourni ainsi les moyens d'étendre le champ de son utile action et le féliciter d'avoir donné un exemple qui trouvera des imitateurs dans le pays : mais nous venons de recevoir la nouvelle de sa mort et nous devons nous borner à exprimer publiquement nos sentiments de profonde gratitude pour la mémoire de cet homme de bien.

Cette fondation n'est pas la seule que nous ayons à enregistrer cette année : c'est à la suite d'un mouvement remarquable de l'initiative privée, et qui fait à l'esprit des habitants de cette région le plus grand honneur, qu'ont été réunis l'an dernier, à Montpellier, par les membres du comité d'organisation, les fonds nécessaire au service financier de la session tenue dans cette ville. Vous savez combien a été large l'hospitalité qui nous y a été offerte, avec quel soin il a été pourvu à tout ce qui pouvait en augmenter l'éclat. Il est cependant resté entre les mains des organisateurs un reliquat de 8500 francs que ceux-ci nous ont fait parvenir, voulant que la session tenue dans leur ville laissât sur nos registres et dans nos budgets comme dans l'histoire scientifique de l'Association un souvenir durable. Les 8500 francs ont été placés en rentes sur l'État; et, conformément au vœu des donataires, il est fondé une subvention bisannuelle de 600 francs qui sera pour la première fois délivrée, en 1881, au nom de la ville de Montpellier.

M. Kuhlmann, de Lille, comme chaque année, nous a adressé un don de 1000 francs. Cet envoi porte à 8000 francs le total à ce jour de ses donations en dehors de sa participation première à la fondation de la Société. Nous adressons nos remerciements à notre éminent collègue que sa santé retient depuis plusieurs années loin de nous, mais qui nous garde, vous le voyez, dans sa retraite, un souvenir dont tous nous sommes profondément touchés.

Le complément des 45 079 fr. 48 qui forment notre augmentation de capital a été fourni par la réserve, par de nouveaux membres fondateurs et autres rentrées habituelles.

Voici du reste le détail de ce compte:

Solde au 31 décembre 1878.	255 271f 13
Don de M. Benjamin Brunet (fondateur d'une subvention annuelle de 1000 francs).	23 817 00
Don de la ville de Montpellier (fondation bisannuelle de 600 francs).	8 500 00
Don annuel de M. Kuhlmann.	1 000 00
Augmentation statutaire de la réserve. . . .	4 462 48
Quatre parts de fondateurs, vingt rachats de cotisation et versements à valoir.	7 300 00
	300 350f 61
Somme représentée comme suit :	
Rente 5 pour 100 12 775 fr. / Rente 3 pour 100 1 900 fr. — ayant coûté ensemble . .	289 977 50
En caisse et au Comptoir d'escompte.	10 373 11
Total égal.	300 350f 61

Tel est, mesdames et messieurs, l'état financier de notre Association. Il est, vous le voyez, prospère, et bien propre à nous donner confiance dans l'avenir d'une œuvre qui sait mériter de telles sympathies et de tels concours.

G. Masson.

ASTRONOMIE PHYSIQUE

INSTITUTION ROYALE DE LA GRANDE-BRETAGNE

M. WILLIAM HUGGINS

Spectres photographiques des étoiles.

I. — En 1863, mon ami le docteur William-Allen Miller a mis sous vos yeux une projection photographique du spectre de l'étoile Sirius, que nous avions prise la nuit précédente dans mon observatoire.

Les images des étoiles dans le télescope avaient déjà été photographiées auparavant, mais c'était la première fois que les rayons provenant des étoiles étaient photographiquement enregistrés après avoir été dispersés par un prisme. Les instruments dont nous disposions ne nous permirent pas à cette époque d'obtenir des épreuves assez nettes pour présenter une véritable valeur scientifique.

Je vous parlerai ce soir de mes derniers travaux et des conséquences qui en découlent : un corps dont la température est très élevée, tel que le soleil, par exemple, émet un grand nombre de radiations différentes. Mais, par suite de l'impuissance de notre vue, les bornes entre lesquelles sont compris les rayons visibles sont beaucoup plus rapprochées que celles qui limitent les radiations totales de la source.

Dans le spectre, au delà de l'extrême violet et de l'extrême rouge, des rayons peuvent frapper nos yeux, sans que nous nous en apercevions.

Les effets calorifiques des rayons ultra-rouges permettent de les reconnaître. La présence des rayons ultra-violets ou ultra-rouges se révèle à nous par leur action particulière sur certains corps; ils ont, entre autres, une influence décomposante sur les sels d'argent. Jusqu'ici cette action avait été regardée comme une propriété exclusive des rayons ultra-violets, et l'on avait coutume de les appeler *rayons chimiques, rayons photographiques*. Tout récemment, cependant, le capitaine Abney a obtenu une photographie de toute la portion ultra-rouge du spectre, à l'aide de bromure d'argent, dans un état moléculaire nouveau (1). Il a, je crois, fait aussi la photographie d'une bouilloire pleine d'eau bouillante dans l'obscurité, en se servant seulement des radiations qu'elle émet. Ce soir, nous ne nous occuperons que de la portion ultra-violette du spectre.

(1) Dans le laboratoire de M. Desains, à la Sorbonne, M. Conche a obtenu de très belles photographies des spectres calorifiques et lumineux en se servant des plaques au collodion sec du commerce. (*Note du traducteur.*)

En 1865 et en 1869, j'ai présenté à la Société royale le résultat des recherches que nous avions faites, le docteur Miller et moi, sur les spectres visibles de quelques étoiles. Le champ de ces observations s'étendait en deçà de la raie C dans le rouge jusqu'à la raie G environ dans le bleu. Dans le travail actuel, les épreuves photographiques commencent précisément à la limite où s'étaient arrêtées nos premières observations, c'est-à-dire dans les environs de G; elles s'étendent jusqu'au delà de O, et quelquefois jusqu'au delà de S, dans le spectre ultra-violet. Nous sommes convaincus que cette partie des spectres des étoiles offre un intérêt exceptionnel.

II. — Je décrirai d'abord, avec quelques détails, les méthodes expérimentales qui ont permis de vaincre les très grandes difficultés que comportent des recherches aussi délicates. Les deux obstacles principaux que l'on rencontre sont le peu d'intensité des rayons stellaires après dispersion au travers d'un prisme, et le mouvement apparent des étoiles résultant de la rotation de la terre.

Il s'agit donc d'obtenir deux choses :

1° Un spectre d'une pureté et d'une finesse suffisante avec le moins de perte possible de lumière;

2° Une image de l'étoile conservant une position fixe sur une fente très étroite.

Au delà de la limite du spectre visible, la transparence du verre décroît rapidement, et il finit par devenir opaque pour les rayons d'une très grande réfrangibilité; il était donc nécessaire d'éliminer l'emploi de cette substance. On se servit d'un télescope dont le miroir métallique avait 18 pouces de diamètre (environ $0^{m},45$).

Deux substances transparentes, le quartz et le spath d'Islande, pouvaient être utilisées pour la construction du spectre ultra-violet.

Le quartz, étant plus dur et se polissant mieux, fut employé pour les lentilles; mais ce corps possède un si faible pouvoir dispersif que son usage dut être rejeté pour la production du spectre : il eût fallu plusieurs prismes, ce qui eût entraîné des complications et des pertes de lumière.

Le spath d'Islande possède un pouvoir dispersif beaucoup plus grand et comparable à celui d'un flint de densité moyenne; un prisme de 60°, très bien taillé par M. Helger, a suffisamment atteint le but désiré.

Le spectroscope est représenté dans la fig. 16. Il est monté sur une plateforme *a* et peut être exactement ajusté au bout du télescope. L'image de l'étoile est amenée sur la fente *b*, la lumière est rendue parallèle par la lentille *d*; elle passe à travers le prisme *c*, elle est ensuite rendue convergente par la deuxième lentille *e* et vient finalement former un spectre sur la plaque photographique *f*; cette dernière est inclinée pour permettre la mise au point de la plus grande partie du spectre.

Cet appareil remplissait d'une manière très satisfaisante la première condition que nous cherchions à obtenir. Le spectre solaire, pris avec cet instrument, n'avait pas plus d'un 1/2 pouce (11 millimètres) de G en O, et cependant, avec un grossissement suffisant, on distinguait sept raies entre H et K.

La seconde difficulté consistait à maintenir l'image de l'étoile en un point déterminé de la fente, pendant tout le temps de l'exposition de la plaque photographique; cette exposition pouvait durer plus d'une heure, et la largeur de la fente, par où devaient passer les rayons, n'était que de 1/350 de pouce.

Le télescope était monté sur un équatorial, dans lequel l'axe de rotation était parallèle à l'axe du monde. L'appareil

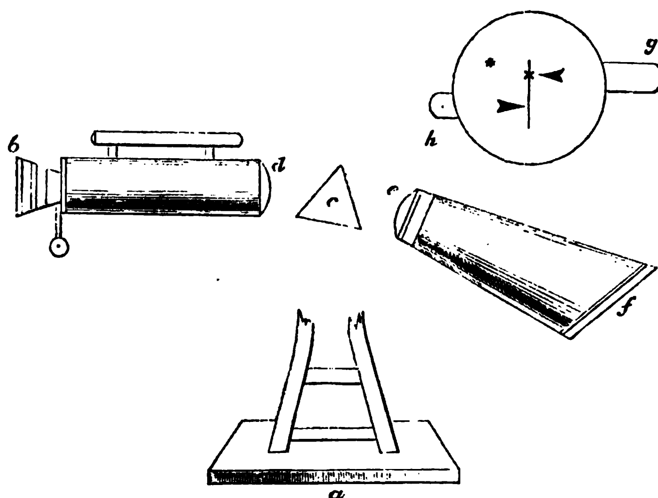


Fig. 16.

étant convenablement mis en mouvement par un système d'horlogerie, on pouvait pointer invariablement une étoile, quoique la terre dans sa rotation rapide emportât avec elle l'instrument et l'observateur.

Le mouvement d'horlogerie d'une précision exceptionnelle était muni d'un contrôle secondaire au moyen d'une pendule électrique et d'une horloge étalon. Et cependant malgré leur excellence, ces instruments ne furent pas encore assez délicats; il fut nécessaire de corriger leurs imperfections et d'adopter une méthode de surveillance continue et de contrôle à la main.

La figure 17 représente une portion d'un télescope Cassegrain. Le petit miroir du télescope a été enlevé; et le spectroscope est fixé invariablement de telle manière, que la fente soit exactement placée au foyer principal du grand miroir. Devant cette fente se trouve une petite plaque d'argent poli *c* avec une ouverture un peu plus grande que la fente, de manière à laisser celle-ci découverte ; la petite plaque et la fente étaient éclairées artificiellement avec de la lumière jaune, amenée par réflexion sur un petit miroir *d*, placé sur un des côtés du télescope. Le grand miroir du télescope avait un trou central, mais l'oculaire qui s'y trouve ordinairement était remplacé par un télescope de petit calibre ou par une lunette. Si l'instrument est dirigé sur une étoile, un observateur qui regarde dans le petit télescope verra la plaque d'argent et la fente (éclairées artificiellement, ainsi que nous l'avons dit); il verra aussi l'image de l'étoile sous

forme d'un point brillant quelque part sur la plaque. Il pourra alors facilement amener cette image en un point déterminé de la fente.

L'image de l'étoile étant un peu plus large que la fente peut se trouver placée sur celle-ci, sans que l'on cesse de se rendre compte de sa position. L'observateur regarde constamment pendant tout le temps de l'exposition (une demi-heure,

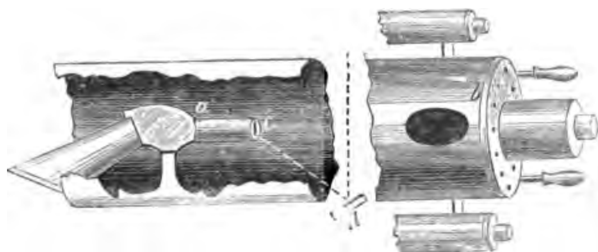


Fig. 17.

1 heure et quelquefois 2 heures); il peut alors corriger à la main toutes les irrégularités de mouvement; en outre, une disposition spéciale de l'instrument permettait d'obtenir les photographies dans des conditions telles qu'il fût possible de donner avec assurance les valeurs, en longueur d'onde, des raies des spectres stellaires : chaque moitié de la fente pouvait être couverte à l'aide d'un écran (*g* et *h*, fig. 16). On se servait seulement de l'une des moitiés pour la photographie de l'étoile, et quand l'exposition était finie, on fermait l'écran correspondant; l'autre moitié pouvait ensuite être ouverte à son tour, et on obtenait un second spectre sur la même plaque et contre le premier. Les rayons employés pour produire ce second spectre provenaient soit du soleil par réflexion sur la lune, soit d'une étoile connue, soit d'une source terrestre, soit même directement du soleil (il suffisait dans ce dernier cas de fermer le spectroscope et d'attendre le lendemain). Les deux spectres étaient ensuite comparés à l'aide d'un instrument convenable, adapté à un microscope; et de cette comparaison on déduisait les longueurs d'onde des raies des spectres stellaires; on se servait pour cela de l'excellente carte du spectre solaire ultra-violet de M. Cornu et des déterminations faites, par M. Mascart, des longueurs d'onde des raies du cadmium, du zinc et de l'aluminium. Après avoir essayé divers procédés, nous avons donné la préférence aux plaques de gélatine à cause de leur grande sensibilité et du grand avantage que l'on trouve à se servir de plaques sèches.

III. — J'arrive maintenant aux résultats de ces recherches : en 1865, nous avons présenté, le docteur Miller et moi, les dessins coloriés des spectres lumineux de diverses étoiles. Depuis longtemps, nous avons démontré que les étoiles qui brillent d'une lumière blanche ont un spectre caractéristique : Sirius peut être considéré comme étant le type de cette classe.

Les étoiles qui en font partie ont dans leurs spectres trois ou quatre raies larges et fortes; trois de ces lignes appartiennent à l'hydrogène ; on les trouve dans le spectre solaire : ce sont les raies G, F, et une raie voisine de G. Nous retrouverons cette raie voisine de G comme première raie forte dans les spectres photographiques des mêmes étoiles. Les étoiles blanches possèdent encore d'autres raies dans le spectre visible, mais elles sont si fines qu'il faut se placer dans d'excellentes conditions pour les apercevoir. Nous constaterons cependant la double raie du sodium D, la raie la moins réfrangible du groupe du magnésium, une raie E appartenant au fer et quelques autres. Cette classe des étoiles blanches comprend la plus grande partie des étoiles brillantes. Les étoiles de ce groupe diffèrent du reste entre elles par la plus ou moins grande largeur, la plus ou moins grande diffusibilité de leurs raies de l'hydrogène et aussi par les degrés de force de leurs lignes fixes.

Après les étoiles blanches viennent les étoiles jaunes (Aldébaran). Ici les lignes de l'hydrogène sont réduites à très peu près aux proportions qu'elles occupent dans le spectre solaire; les autres lignes du spectre ne sont ni plus fines ni plus difficiles à voir; et, en outre, on voit les trois raies du groupe du magnésium; c'est à cette classe qu'appartient le soleil.

Enfin viennent les étoiles de couleur orange et les étoiles rouges.

Revenons maintenant aux spectres photographiques.

En regardant une épreuve provenant d'une étoile blanche, une première chose nous frappe tout d'abord, c'est le caractère nettement ordonné du fort groupe de raies que nous voyons.

Quand le spectre négatif est examiné dans de bonnes conditions d'éclairement, on distingue parfaitement douze raies; à mesure que la réfrangibilité croît, la largeur de celles-ci diminue, et la distance de deux raies successives est de moins en moins grande. Le groupe de raies dont nous venons de parler se termine entre M et N, mais il est important de remarquer que le spectre se prolonge ensuite à l'état continu jusqu'au delà de S. On distingue d'autres raies fines dans certaines étoiles blanches, mais les plus typiques n'en montrent plus qu'une seule très fine, correspondant à K du spectre solaire.

Occupons-nous d'abord des raies larges.

La première en suivant l'ordre des réfrangibilités est la raie bien connue de l'hydrogène, voisine de G, que l'on voit dans le spectre solaire.

La deuxième appartient aussi à l'hydrogène; elle coïncide avec *h* du spectre solaire.

La troisième coïncide avec la forte raie H du spectre solaire et correspond à la fois à une ligne du calcium et à une ligne de l'hydrogène.

En complétant le spectre photographique à l'aide du spectre visible, on augmente de trois le nombre des raies larges. On voit alors que, dans un groupe de quatorze raies, les quatre premières sont sûrement des lignes de l'hydrogène et la cinquième H est commune au calcium et à l'hydrogène. D'un autre côté, voici les longueurs d'onde des douze raies larges des étoiles blanches.

Après celle qui correspond à H, nous les désignerons par des lettres grecques :

1. .	4340 (hydrogène près de G).	δ. .	3767,5
2. .	4101 (hydrogène, *h*).	ε. .	3745
3. .	3968 (H solaire).	ζ. .	3730
α. .	3887	η. .	3717,5
β. .	3834	θ. .	3707
γ. .	3795	ι. .	3699

Or le docteur H.-W. Vogel a publié un spectre de l'hydrogène dans lequel on trouve des lignes ayant les longueurs d'onde suivantes :

3968, 3887, 3834, 3795.

On voit que ces longueurs d'onde sont celles trouvées pour quatre des raies des étoiles.

Convertissons maintenant les longueurs d'onde en leurs inverses, c'est-à-dire considérons les nombres d'oscillations par seconde, et formons le tableau suivant, où les ordonnées sont proportionnelles aux nombres d'oscillations par seconde pour chacune des raies. Il devient évident que tous les points sont à peu près sur une même courbe et nous ne pouvons croire que ce soit par hasard. On est ainsi conduit à admettre que toutes ces raies font partie d'un même système et que ce système est celui des raies de l'hydrogène.

Voici un passage, relatif à ce qui précède, d'une lettre que m'a adressée M. Johnstone Stoney : « Il serait d'une très grande importance théorique de déterminer si ces raies correspondent exactement à une courbe définie ou si elles ne font que s'en approcher. Si elles correspondent à une courbe obéissant à une loi mathématique, elles doivent être en rapport avec un système de vibrations dont on découvrira la loi. Si, au contraire, leur relation avec la courbe n'est qu'approximative, cette circonstance viendrait confirmer l'hypothèse (qui semble d'ailleurs s'accorder avec d'autres faits) que ces lignes visibles font partie d'une longue série harmonique dont la plupart des membres sont invisibles. J'ai converti les longueurs d'onde en fréquences d'onde, et je crois qu'il faut admettre que les lignes ne correspondent pas exactement à une courbe définie, mais ne font que s'en approcher. Ce qui semble encore le corroborer, c'est que H et *b* (ligne de l'hydrogène près de *g*), ont des rapports harmoniques, ces raies étant exactement la trente-cinquième et la trente-deuxième harmonie d'une vibration dont la fondamentale est $\frac{\tau}{72003}$ (τ représentant le temps que met la lumière à parcourir un millimètre dans l'air). »

IV. — Dans le spectre des étoiles blanches, la raie très forte K du spectre solaire est remplacée par une ligne très fine. H est restée une raie forte; on sait que K et H coïncident avec deux raies du calcium.

En 1876, j'ai signalé l'allure remarquable de ces deux raies dans les étoiles. Quelques mois auparavant, M. Lockyer avait émis l'opinion qu'on observerait dans les étoiles les plus brillantes une modification de cette espèce et que ce serait là une preuve en faveur de ses idées sur la dissociation du calcium dans les étoiles les plus chaudes. Je rappellerai les expériences que MM. Deward et Lewis ont faites sur le spectre d'émission du calcium placé dans l'arc électrique : on voit d'abord les deux raies correspondant à H et K, puis les deux raies changent d'intensité relative et il arrive un moment où H reste seul.

La raie forte H et la raie fine correspondant à K dans le spectre des étoiles sont-elles réellement dues au calcium?

Dans le spectre de la vapeur du calcium se trouvent deux autres raies fortes plus réfrangibles. Elles ne se rencontrent pas dans le spectre des étoiles; en outre, nous ferons remarquer que la raie H coïncide aussi avec une raie de l'hydrogène.

V. — Le spectre de Véga peut être choisi comme type des spectres des étoiles blanches. Nous lui comparerons les spectres des autres étoiles de la même classe.

On y distingue surtout trois sortes de changements :

1° Ceux qui proviennent de la largeur des raies typiques et de la plus ou moins grande netteté de leurs bords ;

2° Ceux qui résultent de la présence ou de l'absence de K et, dans le premier cas, des différences dans les largeurs et les intensités relatives des lignes K et H;

3° Ceux qui proviennent du nombre et de la netteté des autres raies.

Dans Sirius, les raies ont sensiblement la même épaisseur que dans α de la *Lyre* et la ligne qui correspond à K est à peu près de la même finesse.

Dans l'étude suivante, α de la Grande Ourse, nous avons le même groupe typique, mais les raies sont moins larges et ont les bords plus nets. Il n'existe pas de raie fine correspondant à K, mais quelques autres commencent à se montrer.

Dans α de la Vierge, les lignes typiques sont encore plus étroites et mieux définies; K a, par rapport à H, une plus grande intensité relative et de nombreuses lignes sont visibles au delà de la dernière du groupe typique.

Dans le spectre de α du Cygne, les lignes typiques sont encore plus étroites et mieux définies, la raie qui correspond à K est presque aussi forte que H, enfin d'autres lignes se trouvent encore dans le spectre.

Le dernier spectre de la figure, celui d'Arcturus, montre que nous sommes arrivés à une étoile d'une autre classe, celle qui comprend le soleil. Arcturus semble même devoir être placé au delà du soleil, en suivant l'ordre des changements que nous avons adopté en partant de Véga et de Sirius.

Dans le spectre d'Arcturus, les lignes typiques ne peuvent plus être regardées comme un groupe à part. La raie K est plus forte par rapport à H que dans le spectre solaire. Le spectre est couvert de raies fines; dans la partie visible, il a l'aspect du spectre solaire ; mais au delà de H les raies sont plus intenses et différemment groupées.

Nous ne pouvons nous empêcher de penser que nous avons affaire ici à une étoile qui s'est écartée de la nature de Véga plus encore que notre soleil.

La question se pose ainsi : Les étoiles sont-elles dans un état permanent, et de différentes espèces? ou avons-nous affaire à des changements dus à l'âge et que subissent toutes les étoiles? La place qu'occupe (dans l'ordre de ces changements) le soleil devant Arcturus indique-t-elle aussi l'âge relatif de ces deux astres? Nous ne savons rien de certain sur cette question.

Laissons un instant courir notre imagination au profit de la science : figurez-vous un habitant d'une partie reculée de l'univers qui, pour la première fois, verrait un vieillard aux cheveux blancs et au front ridé ; s'il demandait : « Est-il né ainsi? » On lui répondrait : « Non ». Dans l'enfant, le jeune homme, l'homme d'un âge mûr, vous suivez les changements successifs par lesquels est passé le vieillard. De même il fut, peut-être, un temps où la photographie du spectre du soleil aurait donné des raies typiques comme celles de Véga. Plus tard, ces raies sont devenues plus étroites, mieux définies, et d'autres lignes sont apparues. Maintenant, que notre imagination nous transporte dans un avenir lointain à l'une de ces séances du vendredi soir ; un orateur, recouvert d'une peau d'ours blanc, explique peut-être comment le spectre du soleil devenu faible est passé dans la classe qui distingue de nos jours les étoiles qui brillent d'une lumière rouge.

En 1865, j'ai indiqué une méthode pour comparer les spectres des planètes et le spectre solaire dans les conditions de l'atmosphère terrestre. J'ai photographié les spectres de la lumière réfléchie sur les planètes Vénus, Mars et Jupiter ; mais je n'ai pas trouvé de différence avec le spectre solaire. Mars et Jupiter indiquent cependant dans le spectre lumineux des changements dus à l'absorption de leurs atmosphères.

Des essais sur différentes parties de la lune ont aussi donné des résultats négatifs.

Il ne faut pas croire que de telles observations soient nécessairement contraires à l'existence d'une atmosphère lunaire, parce qu'elles ne nous disent rien sur son existence.

Il est beaucoup d'autres cas où les dispositions photographiques que j'ai décrites pourront sans doute être employées avec succès. J'espère arriver à photographier les raies qui peuvent exister dans la partie ultra-violette des spectres des diverses nébuleuses. L'appareil nous donnera les spectres des différentes parties d'une tache solaire. Il nous permettra de déterminer la différence de vitesse de deux étoiles (cette vitesse étant comptée pour chaque astre suivant la direction dans laquelle nous le voyons). Nous pourrons aussi constater la rotation du soleil par les altérations dans la réfrangibilité des raies des spectres des bords opposés.

Un des grands charmes de l'étude de la nature, c'est que tout progrès, si petit qu'il soit, a toujours une suite. Il n'est pas d'impasses dans les recherches scientifiques : tout fait nouveau ouvre un sentier nouveau. En considérant mon travail comme un premier pas dans une voie nouvelle et vaste, j'ose espérer que cette communication n'aura pas été tout à fait dépourvue d'intérêt (1).

(1) En Amérique, M. Draper s'est occupé, de son côté, depuis plusieurs années, de photographier les spectres des étoiles. D'après ses recherches, les spectres d'Arcturus et de Capella sont semblables à ceux du soleil, et le spectre de Véga donne onze raies, dont deux peuvent appartenir au calcium et dont les sept autres sont probablement de l'hydrogène.

TRAVAUX PUBLICS

Les chemins de fer en Angleterre.

Il y avait, au 1er janvier 1879, dans le Royaume-Uni, 27 889 kilomètres de chemins de fer, répartis de la façon suivante :

Angleterre et pays de Galles	19 676	kilomètres.
Écosse	4 578	—
Irlande	3 635	—

294 compagnies — 219 pour l'Angleterre et le pays de Galles, 34 pour l'Écosse et 41 pour l'Irlande — possèdent ces lignes dont quelques grandes compagnies exploitent seules la majeure partie, les autres compagnies leur confiant leurs réseaux avec participation dans les bénéfices et les pertes, ou le leur louant purement et simplement. Certaines lignes sont même, à la suite de combinaisons de ce genre, exploitées simultanément par plusieurs compagnies qui en sont conjointement locataires.

Quand une compagnie veut, de l'autre côté de la Manche, construire une ligne de chemins de fer, l'État ne lui accorde ni subvention ni avances à titre de garantie d'intérêts. On considère son œuvre comme une entreprise privée à laquelle le budget n'a pas de subsides à fournir. Il faut simplement que la compagnie verse à la Banque d'Angleterre un cautionnement égal au vingtième de la dépense à effectuer, qu'elle fasse connaître son projet au public, qu'elle avertisse individuellement tous les propriétaires dont elle devra traverser les possessions, qu'elle remette à l'État le plan détaillé des travaux à faire et qu'elle obtienne, par un vote du Parlement, la concession perpétuelle des terrains qui lui sont nécessaires et le droit d'exproprier les propriétaires de ces terrains. Les intéressés sont admis à faire valoir leurs réclamations auprès du Parlement, avant le vote de l'acte de concession.

L'acte de concession spécifie le chiffre du capital social et le nombre des actions. Le capital-actions ne doit pas être inférieur au montant des dépenses prévues. Les dates et l'importance des appels de fonds à effectuer pour la réalisation de ce capital-actions sont également déterminées. Ce n'est que lorsque la moitié du capital-actions se trouve effectivement versée que la compagnie peut réaliser des emprunts pour une somme égale au tiers des dépenses prévues. Outre ces diverses prescriptions, les actes de concession imposent aux compagnies des tarifs maxima, cette dernière mesure étant, du reste, comme nous le verrons plus loin, presque complètement illusoire.

En somme, la compagnie n'est soumise qu'à certaines lois

de police et à certaines règles de droit commun, du genre de celles qu'ont à subir toutes les sociétés industrielles. En dehors de cela, elle est libre. Elle construit ses voies et ses travaux d'art comme elle l'entend, met des stations où elle veut en mettre, ne subit l'ingérence d'aucun agent de l'administration, n'est soumise à aucun contrôle. Les ingénieurs de l'État n'interviennent que pour la réception de la ligne, formalité sans laquelle l'exploitation ne peut commencer.

Une fois ses lignes mises en exploitation, la compagnie jouit encore de la liberté la plus complète. Le contrôle de l'État est presque nominal puisqu'il est confié à une commission de trois membres, nommés par le Parlement, chargée de forcer les compagnies à se conformer à une loi très vague datant de 1854, qui leur prescrit, en substance, de fournir toutes les facilités possibles aux transports de marchandises, — que ces marchandises leur soient remises directement ou leur parviennent en transit, — et de ne montrer à personne d'injustes préférences. La commission n'a aucune initiative et ne doit aborder une question que sur la plainte des intéressés. Ces intéressés ne peuvent évidemment être que le public et les compagnies. Or le public n'est admis à porter plainte que lorsqu'il y a des faits de partialité à relever, ce qui est naturellement fort rare. Quant aux compagnies, on conçoit sans peine qu'elles évitent le plus possible, pour conserver leur indépendance, de recourir à la commission.

Les compagnies anglaises de chemins de fer ont donc une liberté presque absolue. A première vue, on pourrait croire que le public trouve son profit à cet état de choses et que de la mise en présence de toutes ces entreprises privées vivant côte à côte sous le régime de la libre concurrence, doivent forcément naître des prix de transport très peu élevés. Il n'en est rien et aucune concurrence ne se produit, depuis que, en 1858, les compagnies les plus puissantes ont conclu des conventions impliquant la cessation des luttes de tarifs.

Cela étant, voyons comment s'établissent, en Angleterre, les tarifs pour les transports par voies ferrées.

Nous avons dit précédemment que les actes de concession, sans lesquels les compagnies ne peuvent exister, contenaient tous l'énonciation de tarifs maxima. C'est là une garantie purement nominale, car ces maxima ne comprennent pas les frais accessoires. Il en est de même de la garantie que le public est supposé trouver dans l'obligation imposée aux compagnies, par la loi de 1854, de ne se rendre coupables de partialité en faveur d'aucun de leurs clients et de faire, quand les circonstances sont les mêmes, d'égales conditions à tout le monde. On conçoit qu'en pratique, les conditions ne sont jamais les mêmes et que la régularité des expéditions, ou leur fréquence, ou tout autre chose peut varier. Il en résulte que les tarifs varient également, sans que les trois membres de la commission spéciale des chemins de fer puissent y rien trouver à redire. Bien plus, chose qui nous paraîtrait fort singulière en France, les tarifs ne sont pas publiés en Angleterre, en dépit d'une loi de 1845 qui en prescrit la publication. Il en résulte que la compagnie est complètement maîtresse d'imposer ses exigences et qu'elle fait varier ses prix d'après l'offre et la demande, sans proportionner aucunement le coût du transport à la distance parcourue. Il en coûte souvent plus cher pour expédier une marchandise d'un point d'une ligne à une autre que pour lui faire parcourir la ligne tout entière, de la première à la dernière station. Les tarifs sont, du reste, plus élevés en Angleterre qu'en France, et l'État n'a aucun moyen d'en exiger l'abaissement. Il ne peut imposer aux compagnies une réduction des taxes légales que lorsque ces compagnies ont eu, pendant trois ans, des bénéfices supérieurs au dixième du capital engagé. Comme, si l'État recourait à cette mesure, il devrait garantir à la compagnie dont il diminuerait les tarifs légaux le revenu de son capital à 10 pour 100 pendant vingt et un ans, on conçoit que des réductions de ce genre ne sont jamais réalisées.

Malgré leurs tarifs élevés, les compagnies anglaises ne réalisent que des bénéfices généralement assez faibles, et, bien qu'elles ne prélèvent rien sur leurs recettes pour amortir leur capital, elles ne donnent, en moyenne, qu'un intérêt de 4,36 pour 100 à ce capital. Celles qui donnent 10 à 12 pour 100 sont l'exception. Le produit net est pourtant, en moyenne, de 30 562 francs par kilomètre; mais les prix de revient kilométriques des voies ferrées anglaises sont généralement considérables et atteignaient, en 1870, une moyenne de 626 180 francs.

Nous venons de voir, par l'exemple de l'Angleterre, ce que produit, en matière de chemins de fer, la liberté absolue, cette chose pourtant si désirable et si belle, — quand on sait s'en servir.

Gaston Sencier.

VARIÉTÉS

Une application des images accidentelles (1).

Lorsque, par une belle nuit, nous regardons à l'œil nu la pleine lune vers le haut de sa course, il nous serait impossible de nous figurer que plus de quatre-vingt mille lieues nous en séparent; nous la jugeons malgré nous à une distance relativement très minime; mais quelle est cette distance? Il semble, au premier abord, bien difficile de l'évaluer; cependant la chose est possible, au moins d'une manière approchée; voici comment :

La grandeur absolue que nous attribuons à une image accidentelle est, on le sait, proportionnelle à la distance de nos yeux à la surface sur laquelle nous projetons cette image. Cela résulte de ce que l'image est due à une modification d'une portion déterminée de la rétine, de sorte qu'elle sous-tend un angle visuel constant. La proportionnalité en question a, du reste, été vérifiée par le P. Scherffer au moyen d'expériences directes (2). Si, par exemple, après avoir contemplé

(1) Extrait des *Bulletins de l'Académie royale de Belgique* (mai 1880).

(2) *Institutionum opticarum partes quatuor*. Vienne, 1775, p. I, cap. II, art. 3, § 99.

un petit disque rouge posé sur une feuille de papier blanc, nous jetons les yeux sur un autre endroit de ce papier pour y observer l'image accidentelle verte, celle-ci présentera la même grandeur que le petit disque ; mais si nous rapprochons graduellement le papier blanc des yeux, nous verrons l'image verte diminuer de diamètre au fur et à mesure, et si, au contraire, nous portons le regard sur un mur un peu éloigné, l'image se montrera considérablement agrandie. Plus exactement, la grandeur absolue que nous lui attribuons est proportionnelle à la distance où nous nous figurons la surface de projection.

Cela étant, choisissons, à l'époque de la pleine lune, un lieu d'observation suffisamment découvert, mais où se trouve au moins un mur éclairé soit par la lune, soit par des réverbères. Si le ciel est serein, tenons les yeux fixés pendant quelque temps sur l'une des taches de l'astre située vers le centre de celui-ci, puis tournons-nous rapidement vers le mur en question, pour y projeter l'image accidentelle sombre du disque lunaire. Si cette image nous paraît plus petite que l'astre, éloignons-nous davantage du mur ; rapprochons-nous, au contraire, si elle nous paraît plus grande, et recommençons l'expérience jusqu'à ce que nous jugions qu'il y a égalité entre les deux diamètres. Cette égalité exige évidemment que nous rapportions l'image accidentelle à la même distance que l'astre ; il ne restera donc plus alors, pour avoir la distance à laquelle nous rapportons la lune, qu'à mesurer celle qui nous sépare du mur.

Seulement je dois signaler ici des causes d'erreur plus ou moins influentes : en premier lieu, l'appréciation exacte de l'égalité des diamètres de l'image et de l'astre est fort difficile, on le comprend, car on ne peut observer les deux objets simultanément ; en second lieu, nous pouvons nous tromper dans l'idée que nous nous faisons de notre distance au mur, surtout s'il n'y a point d'arbres ou de maisons servant d'intermédiaires ; en troisième lieu, des nuages flottant aux environs de la lune modifieraient, sans doute, le jugement involontaire que nous portons sur la grandeur et conséquemment sur la distance de l'astre. Il est probable, du reste, que la distance estimée comme nous l'avons indiqué varierait avec les différentes personnes.

Mon second fils, dont j'ai pu, dans mainte occasion, constater la sagacité d'observation, a effectué l'expérience dans les conditions suivantes : la maison que j'habite regarde le sud ; elle fait partie de l'un des grands côtés d'une place rectangulaire, et l'un des petits côtés de celle-ci est partiellement formé par un mur de clôture. Le 23 avril, veille de la pleine lune, à dix heures du soir, c'est-à-dire une heure avant le passage de la lune au méridien, le ciel était parfaitement serein, et lorsque mon fils se plaçait contre notre maison, il voyait l'astre brillant de tout son éclat à une assez grande hauteur au-dessus des maisons du côté opposé de la place. Mais, comme la présence de celles-ci pouvait avoir quelque influence, il tenait la main de manière à les cacher, et à ne cacher qu'elles. Après avoir contemplé la lune pendant un temps suffisant, il a jeté les yeux sur le mur de clôture dont j'ai parlé, mur qui était éclairé par les réverbères de la place, et il s'est rapproché ou éloigné, en renouvelant la contemplation quand l'image obscure disparaissait, pour chercher la distance convenable. Afin de la déterminer avec le moins d'erreur possible, il a marché vers le mur jusqu'à ce que l'image lui parût décidement un peu plus petite que l'astre, puis il a reculé jusqu'à ce qu'elle lui parût, au contraire, décidément un peu plus grande, et il a pris le point milieu entre ces deux extrêmes pour celui qui remplissait avec le plus de probabilité la condition voulue ; les maisons du côté de la place près duquel il opérait constituaient d'ailleurs des intermédiaires propres à lui donner une idée assez nette de l'éloignement du mur de projection. Or la distance à ce mur, mesurée à partir du point déterminé comme je l'ai dit, a été trouvée de 51 mètres. Ainsi, dans les conditions de l'expérience, mon fils plaçait instinctivement la lune dans le ciel à environ cinquante mètres de lui.

Cette distance paraîtra sans doute bien petite ; mais elle est donnée par l'expérience. Celle-ci, au surplus, devrait être répétée ; il n'est pas indispensable, pour cela, que la lune soit dans son plein, mais il faut qu'elle passe au méridien à une heure propice, et il faut, en outre, que le ciel soit tout à fait serein, circonstances dont on n'est pas maître. Peut-être la main qui cachait les maisons produisait-elle une diminution de la distance apparente ; un observateur habitant la campagne trouverait sans peine des conditions plus favorables.

En tout cas, si quelqu'un répète l'expérience, je l'engage à ménager ses yeux, c'est-à-dire à ne pas contempler l'astre plus longtemps qu'il n'est nécessaire pour avoir une image accidentelle bien distincte, et à ne pas trop multiplier les essais, car mon fils, qui avait sans doute manqué de prudence sous ce rapport, éprouvait, le lendemain, une assez forte irritation de l'un des yeux.

J. Plateau,
Membre de l'Académie royale de Belgique.

BULLETIN DES SOCIÉTÉS SAVANTES

Académie des sciences de Paris

SÉANCE DU 2 AOUT 1880.

— M. *Berthelot* rappelle que la préparation du chlore, au moyen du bioxyde de manganèse et de l'acide chlorhydrique, est accompagnée de circonstances singulières qui ont attiré souvent l'attention des chimistes.

En effet, la réaction est fondée sur la formation du chlorure manganeux, Mn Cl, corps dont la composition ne répond pas à celle du bioxyde, Mn O^2. Mais le dégagement du chlore est précédé par la production d'une liqueur brune, regardée en 1821, par Forchammer, comme renfermant un sesquichlorure ; en 1865, par Nicklès et depuis par M. Fisher, comme contenant un bichlorure de manganèse.

L'auteur a repris l'étude de ces réactions, au double point

de vue thermique et chimique ; les faits observés prouvent qu'elles sont accompagnées de phénomènes d'équilibre dans lesquels les proportions relatives d'eau, d'acide chlorhydrique et de chlore jouent un rôle essentiel. Ils montrent que la formation du composé brun soluble n'exige pas seulement la présence du chlorure et du manganèse, mais aussi celle d'un notable excès d'acide chlorhydrique : ce serait un chlorhydrate perchloruré de manganèse.

— M. *Berthelot* signale l'heureuse similitude des nombres trouvés par M. Thomsen et par lui pour les chaleurs de combustion des gaz carbonés et des composés cyaniques.

— MM. *C. Friedel* et *J.-M. Crafts* avaient annoncé que l'on peut obtenir le toluène et d'autres benzines méthylées, en faisant passer un courant de chlorure de méthyle dans de la benzine additionnée de chlorure d'aluminium et légèrement chauffée. Ils signalaient la formation d'hydrocarbure bouillant au-dessus de 190°, point d'ébullition de la benzine tétraméthylée (durol), et pensaient alors déjà que parmi ces hydrocarbures se trouvaient la pentaméthylbenzine et l'hexaméthylbenzine, non encore connues.

Ils ont depuis répété en grand l'action du chlorure de méthyle, non plus sur la benzine, mais sur le toluène, que l'on peut se procurer dans un état de pureté aussi grand, et ce qui a beaucoup facilité l'opération, c'est l'emploi du chlorure de méthyle liquéfié, que l'on peut se procurer maintenant dans le commerce, grâce aux intéressants travaux de M. Camille Vincent.

En employant ces divers procédés de purification, mais particulièrement la distillation fractionnée, ils sont parvenus à préparer plusieurs centaines de grammes d'hexaméthylbenzine pure fondant à 164°.

Dès qu'ils en avaient eu en mains une petite quantité, ils avaient essayé de l'oxyder, afin d'en dériver si possible un acide hexacarbonique, qui devait être, ainsi que l'ont fait voir les beaux travaux de M. Baeyer, l'acide mellique.

L'oxydation de l'hexaméthylbenzine a été complète, et ils ont obtenu l'acide mellique; la constitution admise pour le carbure, d'après les analogies, se trouve par là complètement vérifiée. En même temps, se trouve réalisée, par une voie encore assez directe, la synthèse d'un des acides naturels les plus complexes et les plus intéressants.

— M. *Marey* présente son appareil odographe, destiné à étudier la marche, ainsi que les circonstances qui tendent à modifier la longueur ou la fréquence des pas.

Ainsi, il semble qu'on puisse avec profit abaisser indéfiniment la hauteur du talon des chaussures, mais il ne me paraît pas avantageux d'en allonger les semelles au delà d'une certaine limite, ni de leur donner une rigidité absolue. L'expérience seule, si elle porte sur un grand nombre de sujets, pourra déterminer la forme exacte que doit avoir la chaussure du marcheur.

D'autre part, la fréquence du pas est un élément non moins important de la question ; on l'estime au moyen de l'odographe avec toute la précision désirable.

Il y aura lieu également d'étudier l'influence de la nature du terrain sur lequel se fait la marche, les effets de la température ambiante, de l'état d'abstinence ou de digestion, de fatigue ou de repos du marcheur, etc. On comparera enfin la marche libre à celle dont le rythme est réglé par le tambour ou le clairon.

— M. *de La Gournerie* publie la suite de son rapport sur le percement de l'isthme de Panama.

Depuis les premières années des conquêtes espagnoles, Panama a été l'unique port de transit pour le commerce des côtes occidentales de l'Amérique du Sud, mais l'établissement maritime correspondant sur la mer du Nord a été déplacé deux fois. Établi d'abord à Nombre de Dios, point situé à peu près sur le même méridien que Panama, il a été transporté vers l'ouest dans l'année 1584, par l'ordre de Philippe II, et fixé à Porto-Bello, où les navires ont trouvé une baie sûre et profonde, entourée de hautes montagnes.

Les ingénieurs et les marins s'accordent à reconnaître qu'un port ne peut être établi à l'embouchure même du Chagres; mais près de là se trouve la baie de Limon, qui est convenablement disposée. Elle a une étendue de 35 kilomètres carrés, dont un tiers présente des mouillages de 9 à 11 mètres. Sa rive orientale est prolongée par l'île de Manzanillo, sur laquelle la ville de Coton a été bâtie, et qui est maintenant réunie à la côte par le chemin de fer de Panama.

Voici maintenant le tracé du canal. Il prend son origine sur la mer du Nord, dans la baie de Limon, traverse le seuil de Loma del Mono, se développe dans la vallée du Chagres, puis dans celle de l'Obispo, franchit par une tranchée la Cordillère au col de la Culebra, et, suivant le cours d'eau appelé *Rio-Grande*, arrive dans la mer du Sud, près de Panama, en face de Perico. Sa direction générale est celle du nord-nord-ouest au sud-sud-est.

La longueur totale développée depuis la baie de Limon jusqu'à Perico est de 73 kilomètres.

Au passage de la Cordillère, sur une longueur de 25 kilomètres, les parois du rocher auront un talus de 1 mètre de base pour $4^m,25$ de hauteur. Afin que l'aire de la section ne soit pas trop réduite et que dans aucun cas les navires ne puissent talonner, on a fixé la largeur au plafond à 24 mètres et la profondeur à 9 mètres.

Le canal devant être à une voie comme celui de Suez, on a projeté six gares de croisement de grandes dimensions.

La grande difficulté de l'entreprise était l'établissement d'un canal maritime au fond d'une vallée parcourue par une rivière ayant des crues considérables et subites.

La commission a décidé, à ce sujet, la construction d'un barrage assez élevé pour recueillir les eaux des plus grandes crues et d'une rigole pour les conduire à la mer avec un débit maximum de 200 mètres par seconde. Cette rigole, qui recevrait en outre les affluents de la rive droite du Chagres, pourra aboutir à l'orient de l'île Manzanillo.

La commission technique a de plus décidé qu'une seconde rigole serait ouverte le long du canal, du côté de l'ouest, pour recevoir le rio Trinidad et les autres affluents de la rive gauche. Ce collecteur occupera sur une assez grande longueur le lit actuel du Chagres.

En même temps que les travaux qui viennent d'être indiqués, on fera plusieurs ponts de service pour le transport des déblais sur l'emplacement de la digue; on élèvera cet ouvrage sur les deux rives du Chagres; puis, quand une hauteur suffisante aura été atteinte, et que les émissaires ainsi que le déversoir seront terminés, on profitera de l'époque des plus basses eaux pour barrer la rivière de vive force, en y portant des pierres par des trains qui se succéderont sans interruption jour et nuit.

Les eaux qui filtreront à travers le barrage et celles des émissaires seront versées, pendant toute la période des travaux, dans le lit du Chagres et dans les parties ouvertes du canal. Plus tard, ces mêmes eaux et celles que donneront les

affluents de la rive droite seront conduites à la mer par la rigole dont il a été question. On pourra cependant, à l'aide de déversoirs munis de vannes, rejeter dans le canal une partie des eaux peu vaseuses qui formeront la couche supérieure.

Le chemin de fer de Colon à Panama croise le tracé du canal en plusieurs points et se trouve rapproché de lui au col de la Culebra. Il sera nécessaire de le maintenir entièrement sur la rive orientale, ce qui n'entraînera que peu de dépense.

Les dépenses sont évaluées à 843 millions, y compris 76 millions d'imprévu.

— M. *Laliman* pense que le *phylloxera vastatrix* est préservé par le phylloxera gallicole que l'on ne rencontre ni en Espagne, ni en Portugal, ni en Italie, ni dans les Charentes. D'après lui, il n'existe que six ou sept variétés de vignes américaines qui puissent résister au phylloxera.

— M. *A.-P. Zazareff* adresse une note relative à une pile électrique à pression. Dans cette pile, la production de l'électricité est due au passage d'une solution de glycérine, sous l'action d'une pression plus ou moins grande, au travers d'un mélange de coke et d'anthracite.

— M. *J. Farkas :* sur la théorie des sinus des ordres supérieurs.

— MM. *P. Hautefeuille* et *J. Chappuis* décrivent les apparences de l'effluve électrique lorsqu'elle se produit dans l'oxygène, dans le fluorure de silicium, dans l'azote et dans l'hydrogène.

— M. *A. d'Arsonval* rappelle que l'action chimique ne s'arrête jamais complètement dans les piles à deux liquides lorsque le circuit est ouvert. Cela tient au mélange des liquides qui s'opère à travers le vase poreux, soit par endosmose, soit par simple diffusion dans les piles sans vases poreux du système Callaud.

Il a cherché à parer à cet inconvénient, et pour cela a eu recours aux propriétés absorbantes du noir animal pour toutes les piles où le liquide dépolarisateur est un sel métallique. Si l'on filtre, sur du noir animal lavé, une solution d'un sel métallique (cuivre, plomb, mercure, etc.), le sel est retenu par un charbon et on recueille de l'eau pure.

Le fond d'un élément Callaud contient alors une couche de sulfate de cuivre en poudre recouvert de noir de fumée, et dans ces conditions le zinc reste inaltéré. Le seul inconvénient consiste dans l'augmentation de résistance causée par le noir animal.

On peut ainsi prendre comme dépolarisateur un liquide qui donne un précipité par son mélange avec le liquide qui attaque le zinc. Le diaphragme qui sépare les deux liquides se trouve, de la sorte, rendu complètement imperméable. Le précipité formé dans les pores du vase poreux doit satisfaire à deux conditions : 1° il doit être conducteur de l'électricité; 2° il doit être électrolysable.

— M. *H. Dufet* a énoncé la loi suivante :

Un cristal formé d'un mélange de deux sels isomorphes a des indices de réfraction qui varient continûment avec la composition, de telle sorte que la variation dans la valeur de l'indice est proportionnelle au nombre d'équivalents d'un des sels introduits dans le mélange.

— M. *Ch. Soret* vient d'étudier l'influence de la température sur la distribution des sels dans leurs solutions.

Ses résultats peuvent se résumer comme il suit :

1° Pour tous les sels étudiés, la concentration de la partie chauffée diminue, tandis que celle de la partie froide augmente; 2° la différence qui s'établit croît avec la concentration primitive; les chiffres obtenus pour NaCl et KCl, au bout de cinquante à cinquante-six jours, sembleraient indiquer que, dans l'état d'équilibre, elle est à peu près proportionnelle à la concentration primitive; 3° dans la série des chlorures alcalins, la différence est d'autant plus grande, pour une même concentration absolue, que le poids moléculaire du sel est plus élevé; 4° le phénomène paraît être sans relation avec la courbe de solubilité du sel.

— M. *J.-M. Crafts* a entrepris des expériences sur l'élévation du point zéro dans les thermomètres à mercure et a constaté les faits qui suivent :

Le point zéro monte plus rapidement et plus loin dans les thermomètres en cristal que dans ceux en verre sans oxyde de plomb.

L'élévation du point zéro est beaucoup plus rapide au commencement et tend probablement vers une limite pour un chauffage très prolongé à une température fixe.

Le point zéro, qui s'est élevé par l'action longtemps prolongée d'une haute température, se fixe à cette nouvelle hauteur lorsque l'instrument est conservé à la température ordinaire, et l'effet produit par une température élevée rend le thermomètre plus stable sous l'influence de la chaleur à toute température inférieure.

— MM. *Jacques* et *Pierre Curie* viennent de découvrir un phénomène nouveau d'un grand intérêt : les cristaux à un ou plusieurs axes d'extrémités dissemblables, c'est-à-dire des cristaux hémièdres à faces inclinées, donnent naissance à deux pôles électriques de noms contraires aux extrémités des axes susdits, lorsqu'ils subissent une variation de température ; c'est le phénomène connu sous le nom de *pyroélectricité.*

MM. Curie ont trouvé un nouveau mode de développement de l'électricité polaire dans ces mêmes cristaux, qui consiste à les soumettre à des variations de pression suivant leurs axes d'hémiédrie.

Les effets produits sont entièrement analogues à ceux causés par la chaleur : pendant une compression, les extrémités de l'axe sur lequel on agit se chargent d'électricités contraires; une fois le cristal ramené à l'état neutre, si on le décomprime, le phénomène se reproduit, mais avec une inversion des signes; l'extrémité qui se chargeait positivement par compression devient négative pendant la décompression, et réciproquement.

Les auteurs ont pu énoncer la loi suivante :

Quelle que soit la cause déterminante, toutes les fois qu'un cristal hémièdre à faces inclinées, non conducteur, se contracte, il y a formation de pôles électriques dans un certain sens; toutes les fois que ce cristal se dilate, le dégagement d'électricité a lieu en sens contraire.

— M. *Oechsner de Coninck* a réussi à séparer une lutidine, une collidine et une parvoline nouvelles des produits de la distillation de la cinchonine avec la potasse caustique.

La lutidine pure, $C^7 H^9 Az$, est un liquide parfaitement incolore, mobile, réfringent, d'une odeur spéciale et d'une saveur brûlante. Elle est très hygroscopique et presque insoluble dans l'eau. Elle bout à 165°. Sa densité de vapeur a été déterminée au moyen de l'appareil de Meyer; on l'a trouvée égale à 3,8. Sa densité à 0° est de 0,9593.

La collidine pure, $C^8 H^{11} Az$, bout à 195°; son aspect rappelle tout à fait celui de la lutidine. Elle est aussi très hygroscopique et à peine soluble dans l'eau. Sa densité de vapeur a

été trouvée égale à 4,25 (nombre théorique, 4,19). Sa densité à 0° est de 0,9656.

La parvoline n'a pas encore été obtenue à l'état de pureté ; elle bout vers 220°.

— M. *W. Louguinine* communique les résultats de ses recherches sur les chaleurs de combustion de quelques corps de la série grasse : Alcool allylique non saturé primaire, chaleur de combustion : 7631^{cal},9. — Éthylvinylcarbinol : 8758^{cal},3. — Glycol propylénique normal : 5673 calories. — Glycol isopropylénique : 5740 calories.

— M. *H. Toussaint* a été conduit à penser que le choléra des poules n'est autre chose que la septicémie aigüe, contractée spontanément par ces oiseaux dans les lieux qu'ils habitent, et il est nécessaire, pour que le choléra existe, qu'il y ait à leur portée des matières en putréfaction.

M. Toussaint demande l'ouverture d'un pli cacheté déposé le 12 juillet dernier. Les expériences qui s'y trouvent décrites sont d'un grand intérêt. Si l'on recueille le sang d'un animal inoculé au moment de sa mort et qu'on le défibrine par le battage et la filtration, il renferme encore quelques bactéridies, de sorte que l'on tue les animaux que l'on cherche à préserver par la vaccination. Mais si l'on a recours à la chaleur pour détruire ces bactéridies en portant le sang défibriné à 550° pendant dix minutes, 3 centimètres cubes de la nouvelle liqueur préservent les animaux d'une manière absolue.

— M. *A.-T. de Rochebrune* décrit une race de bœufs domestiques que l'on rencontre dans la Sénégambie. Un caractère de cette race consiste dans la présence sur la région nasale d'une véritable corne, identique aux cornes frontales par sa nature même et son mode de développement.

— M. *E. Yung* examine les effets du curare, de la strychnine, de la nicotine, de l'atropine, de la vératrine et de la muscarine chez les céphalopodes.

— *M. E. Ferrière* a constaté, dans l'orage à grêle du 30 juillet, à Paris, un abaissement de température de 9° qui a coïncidé avec un changement de direction du vent.

— M. *H. Pellet* adresse une note sur le dosage du sucre cristallisable, en présence du glucose et de la dextrine. Le principe de ce procédé est le suivant. L'acide acétique, en quantité suffisante, peut toujours, après un certain temps, transformer complètement le sucre cristallisable en sucre interverti, sans attaquer la dextrine ni les autres produits pouvant donner du glucose sous l'action des acides minéraux étudiés.

BIBLIOGRAPHIE

Sommaire des principaux recueils de mémoires originaux.

— Comptes rendus de l'Académie des sciences de Vienne (t. LXXX, sciences médicales, 2e semestre 1879). — *Drasch* : Régénération physiologique de l'épithélium à cils vibratiles de la trachée. — *Weiss* : Genèse histologique de la sclérose des cordons postérieurs de la moelle épinière. — *Spina* : Des canaux nourriciers dans le tissu conjonctif et des cellules plasmatiques. — *Unger* : Développement du tissu des centres nerveux. — *Koller* : Développement de l'œuf de poulet dans les premiers jours de l'incubation. — *Weiss* : De la conduction dans la moelle épinière chez le chien. — *Gärtner* : Contribution à la théorie de la sécrétion urinaire. — *Biedermann* : Modifications chimiques de la substance musculaire sous l'influence des courants électriques. — *Brücke* : Conséquences de la théorie de Young et d'Helmholtz (théorie physiologique des couleurs). — *Frisch* : Action des basses températures sur les bactéridies du sang de rate. — *Stricker* et *Spina* : Fonction mécanique des glandes en grappe. — *Stricker* et *Unger* : Structure de l'écorce cérébrale. — *Jarisch* : Études de chimie biologique sur le pemphigus. — *Wagner* : Action du nerf pneumogastrique sur la respiration.

— Archivio per le scienze mediche (1880, t. IV, fasc. 1 et 2). — *Foa* et *Salvioli* : Origine des globules rouges du sang. — *Bizzorero* et *Salvioli* : De l'hématoporèse par la rate. — *Bizzorero* et *Golgi* : Transfusion du sang dans le péritoine et son influence sur la richesse en globules du sang circulant dans les vaisseaux. — *Rezzonico* : Structure des fibres nerveuses de la moelle épinière. — *Tartuferi* : Glandes (dites de Moll) des paupières chez l'homme et les mammifères. — *Tizzoni* : Pathologie expérimentale des ganglions lymphatiques et de l'infection gangréneuse. — *Griffini* : Papillome infectant de la glande thyroïde. — *Stefani* : Contribution à la physiologie du cervelet et des canaux semi-circulaires. — *Ughetti* : Des altérations des tissus soustraits à l'influence nerveuse. — *Golgi* : Structure des fibres nerveuses de la moelle. — *Baiardi* : Formation des néarthroses dans les luxations traumatiques. — *Bizzorero* et *Salvioli* : Variations quantitatives de l'hémoglobine après les hémorrhagies. — *Weiss* : Sur un cas de silérose latérale amyotrophique primitive.

— Archives de physiologie comparée de Pflüger (t. XXI, fasc. 9, 10, 11 et 12). — *Peschel* : Un phénomène entoptique dans la tache jaune de la rétine. — *Peschel* : Recherches sur l'adaptation de la rétine aux couleurs. — *Hermann* : Construction d'un galvanomètre pour des recherches d'électricité physiologique. — *Baranowski* et *Garré* : De la rapidité avec laquelle l'électrotomie se propage dans les nerfs. — *Albrecht, Meyer* et *Guiffré* : De l'excitabilité des nerfs et des muscles dans le sens longitudinal et dans le sens transversal. — *Spamer* : Étude expérimentale et critique sur la physiologie des canaux semicirculaires.

— Journal de l'anatomie et de la physiologie (1880, nos 2, 3 et 4). — *Jousset de Bellesme* : Recherches expérimentales sur la phosphorescence du lampyre. — *Rémy* : Note histologique sur un cas d'orchite interstitielle traumatique terminée par un fongus bénin. — *Mégnin* : Sur une nouvelle forme de ver vésiculaire. — *Grimaux* : Synthèse des principes azotés de l'organisme. — *Franck* : Historique et critique des recherches sur la vitesse du sang. — *Beauregard* : Étude du corps vitré. — *Variot* et *Rémy* : Nerfs de la moelle des os. — *Cornil* : Contribution à l'étude de la tuberculose. — *Gréhant* : Recherches comparatives sur l'exhalation de l'acide carbonique par les poumons. — *Laffont* : De la glycosurie dans ses rapports avec le système nerveux. — *Hermann* : Structure de la muqueuse anale.

Publications nouvelles.

— L'Abbé Debaize, sa mission géographique et scientifique dans l'Afrique centrale, par *A. Rabaud*. Marseille, 1880. — Légitime hommage rendu à la mémoire du malheureux et courageux explorateur.

— Application du sulfure de carbone aux vignes phylloxérées, par M. *F. Marion*. — Rapport sur les travaux de l'année 1879 et sur les résultats obtenus. 1 vol. in-4°, chez Paul Dupont. Paris, 1880.

— Indications de l'uréthrotomie externe, par le docteur *Monod*, in-8°. Paris, chez Adrien Delahaye, 1880.

— Fièvre pernicieuse en Haïti, d'après des documents recueillis dans le sud de l'île, par *A. Bergeaud*, in-8°. Paris, chez Delahaye, 1880.

— Mesures propres a ménager le sang pendant les opérations chirurgicales, par le docteur *Reclus*, in-8°. Thèse d'agrégation pour le concours de chirurgie. Paris, chez Delahaye, 1880.

— Anesthésie par le protoxyde d'azote, d'après la méthode de M. le professeur Paul Bert, par *R. Blanchard*, in-8°. Paris, chez Adrien Delahaye, 1880.

— Vaisseaux et Nerfs des tissus conjonctif et osseux, fibreux et séreux ; anatomie et physiologie, par le docteur *Testut*. Thèse d'agrégation pour le concours d'anatomie. 1880, 1 vol. de 250 pages avec pl., chez G. Masson, Paris.

— Des nerfs du cœur. — Anatomie et physiologie, par le docteur *P. Reynier*. Thèse d'agrégation pour le concours d'anatomie. 1880, 1 vol. de 170 pages, chez J.-B. Baillière, Paris.

— Des contre-indications a l'anesthésie chirurgicale, par *H. Duret*. — Thèse d'agrégation pour le concours de chirurgie au *Progrès mé-*

dical, 1880, Paris. Dans cette thèse on trouve des considérations intéressant également la chirurgie et la physiologie. L'auteur a analysé 155 cas de mort par l'anesthésie chloroformique, de 1865 à 1880. Il est probable que le nombre total des morts par le chloroforme dépasse 500. Il y a eu environ 300 cas publics.

— Hypothèses actuelles sur la constitution de la matière. par *Hanriot*. — Thèse d'agrégation pour le concours de chimie (Germer Baillière, 1880, Paris.

CHRONIQUE

— Congrès international d'hygiène de Turin en 1880. — Le programme du congrès international d'hygiène de Turin est ainsi fixé :

Lundi 6 septembre. — Séance solennelle d'ouverture, en présence de S. M. le roi Humbert Ier.

Discours de M. le sénateur Ferraris, syndic de la ville. — Discours de M. le docteur Fauvel, président du comité français. — Discours de M. le docteur baron Maydell, de Saint-Pétersbourg. — Discours de M. le docteur Finkelnburg, de Berlin. — Discours de M. J.-G. Jäger, d'Amsterdam. — Discours de M. le docteur J. Félix, de Bucharest. — Discours de plusieurs autres délégués au nom de leurs nations.

Rapport du comité d'organisation.

Élection du bureau. — Élection d'une commission pour examiner les sujets de discussions présentés *extra ordinem* (art. XIV du règlement). — Élection d'une commission chargée de formuler les conditions du concours pour le prix de 2500 francs accordé par le conseil de la province pour être décerné, en 1882, à l'auteur d'un livre utile à l'*Hygiène des populations des campagnes*.

A l'issue de la séance, constitution des bureaux des sections et préparation des travaux.

Mardi 7, jeudi 9, vendredi 10 et samedi 11. — Séance des sections le matin, assemblées générales dans l'après-midi.

Mercredi 8. — Excursion.

Jeudi 9. — Assemblée de l'association internationale pour l'eau potable. — Conférence de M. J.-G. Jägor.

Samedi 11. — Séance de clôture.

Dimanche 12. — Excursion à Milan pour assister à une expérience de crémation.

Le congrès tiendra ses séances générales au palais Carignan; les séances des sections auront lieu à l'Université.

L'exposition nationale des beaux-arts de Turin restera spécialement ouverte pendant la durée du congrès.

En arrivant à Turin, les membres du congrès sont priés de se rendre au palais municipal afin de recevoir un *Guide* préparé par l'administration et toutes les indications nécessaires.

Des billets circulaires de chemin de fer à prix très réduits entre la France, l'Allemagne et l'Italie seront très probablement mis à la disposition des membres du congrès par les soins du comité de Turin. Une réduction de 30 pour 100 est dès à présent accordée sur tous les chemins de fer et les bateaux à vapeur italiens.

On est prié d'apporter des modèles, plans, appareils, instruments et livres se rapportant à l'hygiène.

Les correspondants des journaux, dès qu'ils se seront fait connaître au comité d'organisation, jouiront de toutes les prérogatives accordées aux membres du congrès.

Les cartes et le programme seront d'ici à quelques jours adressés à tous les membres adhérents.

Pour plus amples renseignements, s'adresser à M. le professeur Pacchiotti, sénateur, via San Francesco di Paola à Turin.

— Explorations africaines. — L'*Italie* reproduit, d'après une correspondance particulière, quelques détails sur la colonie italienne de la baie d'Assab :

En neuf mois, les Italiens ont déjà bâti sur la place d'Assab une petite ville dont les maisons sont en bois. On commence, cependant, à en construire quelques-unes en maçonnerie, celle, entre autres, du professeur Sapeto, le promoteur de la colonie.

Les officiers de l'*Esploratore* ont fondé à Assab un petit club.

Des visiteurs français, anglais, hollandais, turcs et égyptiens arrivent fréquemment de Djeddha, de Zevta et d'Aden.

Sous la direction des officiers de l'*Esploratore*, on a établi une usine et un atelier où l'on travaille le fer et où l'on fabrique même des appareils mécaniques de précision.

Les Anglais eux-mêmes ne possèdent pas à Aden un établissement aussi complet.

Les indigènes d'Assab, les Dunkalis, accoutumés aux vexations et aux mauvais traitements que les Égyptiens leur faisaient subir, n'étaient pas tout d'abord dans les meilleures dispositions pour la colonie naissante. Mais lorsqu'ils ont vu que tous ceux qui visitaient l'établissement italien étaient bien reçus et traités avec bienveillance, leur défiance a commencé à se dissiper.

Plus d'un Dunkali nomade est venu à Assab pour échanger des marchandises.

Quelques négociants italiens font déjà des affaires à Assab. Ils échangent leurs marchandises contre les produits de l'Afrique. La nacre surtout est d'excellente qualité et se vend bon marché.

La corvette *Ettore Fieramosca*, commandée par le capitaine de frégate Frigerio, a remplacé à Assab l'*Esploratore*.

— Explorations scientifiques. — Une commission scientifique vient d'être nommée par le ministre de l'instruction publique pour explorer les grandes profondeurs du golfe de Gascogne, afin d'y rechercher une grande vallée sous-marine, qui s'étendrait au large, parallèlement à la côte d'Espagne, et d'y étudier la faune et la flore au fond de la mer.

L'aviso à vapeur *le Travailleur*, commandant Richard, a quitté le port de Bayonne le 17 juillet, ayant à son bord les membres de la commission scientifique : MM. Milne-Edwards père et fils, membres de l'Académie des sciences; Vaillant, professeur au Muséum d'histoire naturelle; le docteur Fischer, aide-naturaliste; Marion, professeur à la Faculté de Marseille; de Folin et Perrier.

Devançant l'heure du rendez-vous, deux des représentants les plus autorisés de la science britannique, M. le docteur Gwyn-Jeffreys, magistrat anglais, auteur d'un ouvrage capital sur la *Conchyliologie britannique*, membre de la Société royale de Londres, et le révérend Norman, pasteur protestant, tous deux officiellement conviés à se joindre à cette commission, ont opéré précédemment dans la Fosse du Cap Breton un assez grand nombre de draguages sous la direction de M. de Folin.

L'expédition du *Travailleur* offrira certainement une grande importance; elle prouve que la France compte bien ne plus rester en arrière, au point de vue des explorations scientifiques sous-marines, depuis longtemps exécutées avec tant de succès par l'Angleterre, les États-Unis, la Suède, la Norvège, etc.

L'expédition du *Travailleur* a, du reste, été inspirée par les travaux d'un savant français, M. de Folin, qui, depuis de longues années, a recueilli d'innombrables observations sur les fonds de la mer, en étudiant les produits dragués à de grandes profondeurs dans presque toutes les mers, et tout particulièrement dans la Fosse du Cap Breton.

— Les Maories. — Un recensement récent à la Nouvelle-Zélande nous révèle ce fait que le nombre des indigènes, les Maories, décroît rapidement; il est très possible qu'après une ou deux générations ils aient complètement disparu. Les causes que l'on indique à cette décadence nationale sont l'ivrognerie, la mauvaise nourriture, les habitations insalubres, l'absence de toute propreté, et en général un genre de vie dégradé.

En 1861, le nombre des Maories était évalué à 55 336, mais depuis, ce nombre s'est abaissé à 43 595, ou d'environ 20 pour 100 en dix-sept ans. Cependant les indigènes d'Hawaï décroissent d'une manière encore plus rapide; leur nombre a diminué de 57 125 en 1866 à 44 088 en 1878, dans la proportion de 23 pour 100 en douze ans, ou de 32.4 pour 100 en dix-sept années. Pour eux, la décadence est hâtée par la présence d'une maladie terrible, la lèpre.

Le *Registral general* de la Nouvelle-Zélande a peu d'espoir de voir les Maories remonter dans la voie du progrès, car, sans parler de l'absence chez eux des qualités morales nécessaires pour arrêter la décadence, l'histoire des races aborigènes montre invariablement qu'elles sont incapables de faire entrer les habitudes de la civilisation dans leurs mœurs primitives.

— Mission scientifique. — M. Bischoffsheim vient de consacrer une somme considérable pour permettre à un jeune géologue et botaniste, M. G. Capu, d'être attaché à la mission scientifique en Asie centrale, dont le ministre de l'instruction publique a chargé M. de Ujfalvy.

Cette mission comptera, en outre, parmi ses membres M. Gabriel Bovalt, topographe et naturaliste.

Le propriétaire-gérant : Germer Baillière.

PARIS. — Impr. J. CLAYE. — A. QUANTIN et Cie, rue St-Benoît. [1290]

LA

REVUE SCIENTIFIQUE

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

REVUE DES COURS SCIENTIFIQUES (2E SÉRIE)

DIRECTEURS : MM. ANTOINE BREGUET ET CHARLES RICHET

2e SÉRIE — 10e ANNÉE | NUMÉRO 8 | 21 AOUT 1880

Paris, le 20 août 1880.

Le congrès de l'Association française pour l'avancement des sciences qui vient de se tenir cette année à Reims s'est terminé avant-hier jeudi. La session a été des plus brillantes. L'an dernier, la ville de Montpellier avait fêté les membres sociétaires de la façon la plus cordiale; mais Montpellier est un centre scientifique, où siègent des Facultés depuis longtemps célèbres. On aurait pu s'attendre à ce que Reims, qui est plutôt une cité industrielle, ne reçût pas l'association avec les mêmes sentiments fraternels. Il n'en a rien été, et nous devons nous féliciter encore une fois de la manière dont nous avons été accueillis.

La première journée a été consacrée aux discours officiels. Nos lecteurs ont pu les lire dans le numéro du 14 août. L'allocution de M. *Mercadier* a été particulièrement applaudie.

Le soir, la municipalité a reçu tous les membres du congrès dans les beaux salons de l'hôtel de ville. Les réceptions, les soirées se prêtent certainement mieux que des réunions purement savantes, aux présentations mutuelles de gens qui, jusque-là, ne se connaissaient guère que de nom. La journée du vendredi a d'ailleurs été purement scientifique.

Le matin, les sections ont commencé la série de leurs communications, et, l'après-midi, une séance générale a réuni les sociétaires pour entendre quelques conférences.

M. *Cotteau* a d'abord pris la parole pour initier le public aux caractères géologiques des environs de Reims et à l'intéressante exposition établie dans une salle du lycée par les soins de M. *Peron*.

M. *Javal* a traité ensuite, dans une causerie très goûtée de l'assistance, de l'hygiène de la vue. Ses idées ont déjà été exposées en partie dans ce recueil, et pour ce motif nous n'avons pas à y insister.

M. *Levasseur* a parlé de l'industrie de la laine. Le savant académicien a su résumer en moins d'une heure l'histoire économique de cet important produit avec un talent que nos lecteurs apprécieront en lisant cette conférence dans un de nos prochains numéros.

M. *Ch. Richet* a exposé, en dernier lieu, les symptômes du somnambulisme. Le même soir, une conférence qui sera insérée dans la *Revue*, a été prononcée par M. *Perrier*, professeur au Muséum d'histoire naturelle, sur le transformisme.

Le samedi, M. *Alglave* a obtenu un vif succès dans la salle du Cirque, en parlant de l'*Égalité*.

Les visites industrielles et les excursions n'ont pas manqué. Les caves *Pommery*, les filatures *Collet*, *Lelarge*, *Walbaum*, ont reçu un grand nombre de curieux. Au seuil des caves, Mme Pommery avait généreusement fait offrir à ses nombreux invités le vin dont ils venaient de suivre les différentes phases de la fabrication.

On le voit, l'hospitalité rémoise a été digne d'éloges. Un grand manufacturier, M. *Holden*, réunissait mercredi soir dans ses salons la plupart des membres du congrès. Pour ne rien omettre, il faut dire qu'un grand nombre de sociétaires avaient été reçus et hébergés par des habitants de Reims de la manière la plus gracieuse.

M. *Gariel* a clos la série des conférences par l'exposé des belles expériences de M. Crookes, dont bien des savants de province n'avaient pu qu'entendre parler.

Parmi les savants étrangers qui ont honoré de leur présence l'Association française, nous pouvons citer MM. *Sylvester*, *Catalan*, *Ricci*, *de Koninck*, *Broch*, *Plateau*, *Hennessy*, *Lefebvre*, *Pigorini*, *Baehr*, *Betocci*, *Schoute*, etc.

Nous pouvons annoncer qu'un legs considérable a été fait à l'Association par M. Brunet. Cette générosité envers la science, si commune en Angleterre, est rare chez nous. Aussi devons-nous témoigner notre reconnaissance à ceux qui, comme MM. Brunet, Kuhlmann, Bischoffsheim, d'Eichthal, consacrent des sommes considérables au développement de la science.

GÉODÉSIE

La géodésie française et ses derniers progrès.

I.

La géodésie est une science toute française; tout le monde sait qu'elle a pour objet la figure de la terre, et qu'elle est, par conséquent, une branche particulière, la plus élevée, de la géographie générale. Elle est née en France presque en même temps que l'Académie des sciences, lorsque l'astronome Picard a mesuré un arc du méridien dans le voisinage de Paris. Depuis ce temps jusqu'à nos jours, elle a, par de grands travaux accomplis dans les deux hémisphères, cherché à pénétrer de plus en plus le secret de la configuration du globe terrestre. Elle vient enfin, avec le colonel Perrier, de se signaler par un éclatant succès, en jetant par-dessus la Méditerranée les immenses triangles qui relient désormais le réseau géodésique de l'Espagne à celui de l'Algérie.

Ces quelques mots suffisent pour montrer l'intérêt de l'étude annoncée par le titre de cet article; ils peuvent solliciter la curiosité des uns et réveiller les souvenirs des autres. Mais il ne serait peut-être pas sans danger, ni sans difficultés d'exposition, de partir du point où la géodésie n'a pu être amenée que par deux siècles d'efforts. Pour qu'on puisse tirer d'une pareille étude tout le profit désirable, il faut prendre la géodésie à son origine vraie, la suivre dans son développement, rappeler les controverses qu'elle a soulevées et ne pas craindre de signaler ses revers comme ses triomphes.

On ne peut faire à aucun lecteur de cette Revue l'injure de supposer qu'il ignore les raisons qui, depuis des temps bien anciens, ont fait regarder la terre comme un corps sphérique, isolé dans l'espace, et sur lequel la position d'un lieu quelconque est déterminée par la rencontre d'un méridien et d'un parallèle. Or voici deux points situés sur un même méridien, Paris et Amiens, si vous voulez. Attendez une étoile à son passage au méridien de Paris, et mesurez alors sa distance angulaire au zénith de votre station. Répétez ensuite la même opération avec la même étoile sur le parallèle d'Amiens, n'est-il pas visible que la *somme* ou la *différence* des deux angles observés, selon que l'étoile passe entre les verticales des deux stations ou en dehors, vous donne le nombre de degrés du méridien compris entre Paris et Amiens? Faites choix maintenant d'une certaine unité de longueur, *stade*, *toise* ou *mètre*, et cherchez combien de fois elle est contenue dans l'arc qui joint les deux points; vous aurez alors tout ce qui est nécessaire pour calculer la longueur d'un degré du méridien terrestre. C'est à cela que s'est réduite la géodésie tant que la surface du globe a été regardée comme celle d'une sphère parfaite.

Mais pouvons-nous compter sur les mesures que les anciens nous ont laissées? Offrent-elles les unes avec les autres un accord fait pour nous inspirer quelque confiance? Aristote accepte 1111 stades pour la longueur du degré ; Ératosthène n'en veut plus que 700, Posidonius 666, Ptolémée 500, et les Arabes vont réduire encore la mesure de Ptolémée. Où s'arrêtera la progression descendante? Connaissons-nous d'ailleurs, avec assez d'exactitude, la valeur de ces stades et de ces milles? Enfin peut-on croire que les méthodes étaient assez précises, les instruments assez délicats, pour attaquer avec succès un problème dont l'énoncé est si simple, mais dont la solution pratique offre de si grandes difficultés? Il ne paraît pas que les questions aient été agitées avant le XVIe siècle. Vers 1550, un médecin d'Amiens, Fernel, amateur intelligent d'astronomie, eut l'idée originale que voici : s'avancer en voiture, vers le nord, sur une route à peu près droite, et dans un même méridien jusqu'à ce que la hauteur du pôle fût trouvée augmentée d'un degré. Après avoir mesuré aussi exactement que possible la circonférence de l'une des roues de la voiture, et compté le nombre des tours effectués par cette roue, n'aurait-on pas le moyen de calculer la longueur d'un degré du méridien? Or la route de Paris à Amiens remplit assez bien les conditions requises ; deux monuments importants et durables la terminent, la cathédrale d'Amiens et Notre-Dame de Paris, situés à deux minutes d'arc près sur un même méridien. C'est sur cette route que Fernel mit son idée à exécution; il trouva pour la longueur du degré 56 746 toises de Paris auxquelles, dit M. Bertrand, il eut la hardiesse presque risible — nous dirons même tout à fait risible — d'ajouter 4 pieds. Ce qu'il y avait d'original dans son idée, c'était le moyen de mesurer la distance parcourue; quant à la méthode consistant à marcher vers le nord jusqu'à voir la hauteur du pôle augmentée d'un degré, elle avait déjà été employée par les Arabes. Le procédé était, en somme, des plus grossiers ; néanmoins, on vit plus tard que le résultat de Fernel était d'une exactitude supérieure à celle des mesures effectuées suivant des méthodes plus scientifiques par le Hollandais Snellius et l'Italien Riccioli ; circonstance singulière, évidemment toute fortuite, mais bien propre à nous faire sentir la difficulté de ces travaux.

Les choses en sont à ce point que, vers le milieu du XVIIe siècle, on ne sait pas encore à 1/8 près quelle est la circonférence de la terre : Snellius et Riccioli diffèrent entre eux de près de 8000 toises sur la longueur du degré. L'incertitude est grande; mais elle va être levée, en 1669, par l'astronome français Picard. L'abbé Picard, qui vient lui-même d'accomplir une heureuse révolution dans l'astronomie en substituant les lunettes et les micromètres aux anciennes pinnules des instruments d'observation, entreprend de mesurer l'arc de méridien compris entre le parallèle d'Amiens et celui de Malvoisine. Entre Juvisy et Villejuif, il détermine la longueur et l'orientation d'une *base* de 5662 toises sur laquelle il appuie une série de triangles aériens ayant pour sommets des signaux convenablement choisis, et formant un réseau que traverse la méridienne. La distance des deux points extrêmes du réseau, dans le sens du méridien, lui est donnée par le calcul des triangles successifs ; leur différence en latitude, par les hauteurs du pôle observées en ces deux points. C'est la méthode de Snellius, mise en œuvre avec des soins parti-

culiers, avec des moyens plus puissants, et appliqués avec plus de succès. Par toutes ses mesures, Picard fixe à 78 850 toises la longueur de l'arc de méridien qui joint Amiens à Malvoisine; trouvant d'ailleurs que l'amplitude de cet arc est de 1° 22′ 55″, il en conclut le degré de 57 060 toises (1). Ce sera désormais le chiffre officiel, du moins pendant un demi-siècle.

II.

C'est de l'opération de Picard que date vraiment l'existence de la géodésie comme science; pourtant deux erreurs affectent la mesure de 1669, erreurs de sens contraire heureusement, et qui se compensent en grande partie, tellement que l'erreur totale atteint à peine 15 toises sur le degré.

Dans ce travail de Picard, comme dans tous les travaux antérieurs, il est supposé que la terre est parfaitement sphérique; autrement que signifieraient ces mots : longueur d'un degré? Quel degré? Vers le pôle, l'équateur, le parallèle moyen ou tout autre parallèle? Mais pourquoi la terre serait-elle absolument sphérique? Faut-il invoquer le vieil argument de la simplicité des lois naturelles, ou bien nous fonder, avec les Grecs, sur ce que la sphère est par excellence la forme parfaite? Dans le temps même que Picard effectuait ses mesures, un astronome français, Richer, rapporta de Cayenne une expérience bien digne d'attirer l'attention des philosophes et des mathématiciens, et qui vint ébranler la croyance, alors universelle, en la sphéricité de la terre. Richer trouvait qu'une horloge, réglée à Paris sur le temps solaire moyen, retardait à Cayenne de 2m 28s par jour. Pouvait-on attribuer ce retard à un allongement de la tige du pendule, effet des températures élevées qui règnent dans les régions équatoriales? Mais on savait déjà calculer avec assez d'exactitude la dilatation d'une barre métallique par la chaleur, pour voir que la part d'influence de ce phénomène dans le retard observé était extrêmement faible. Il fallait donc, de toute nécessité, que la pesanteur fût plus petite à Cayenne qu'à Paris. Mais la cause de cette diminution de la pesanteur, où la trouver? Dans la révolution que la terre fait chaque jour autour de son axe, tous les points de sa surface décrivent des cercles de rayon variable suivant leur distance à l'équateur; il doit donc y avoir sur les divers parallèles une force centrifuge variable, tendant à écarter de l'axe les corps qui leur sont liés, et tendant par suite à diminuer la pesanteur apparente de ces corps. Cette altération de la pesanteur doit être nulle aux pôles, parce que la force centrifuge y est nulle; on doit la voir augmenter lorsqu'on marche des pôles vers l'équateur, parce qu'on rencontre alors des parallèles dont les rayons sont de plus en plus grands et des forces centrifuges de plus en plus opposées à la direction de la pesanteur. C'est de quoi l'on ne s'était point encore avisé. Huyghens en France, et en Angleterre Newton, trouvèrent ainsi que la pesanteur devait être diminuée de sa 289e partie sous l'équateur. En calculant, sur cette donnée, la longueur du pendule qui bat la seconde, au parallèle de Cayenne qui n'est guère qu'à 5 degrés de l'équateur, on trouve à fort peu près le retard de 2m 28s observé par Richer dans cette région.

L'expérience du pendule pouvait donc se concilier avec l'hypothèse de la terre sphérique; malheureusement pour l'hypothèse, mais heureusement pour le progrès de la science, cette expérience provoqua de nouvelles recherches qui, suivant l'expression de Maupertuis, apportèrent bien du trouble à la géographie. Il en arrive souvent ainsi dans la poursuite des lois naturelles; la marche de l'esprit humain y paraît capricieuse, tourmentée, facile à détourner de son but; mais qu'importe, si un autre but est atteint? Il n'est même pas rare de voir les efforts qu'on fait pour établir la vérité d'une théorie aboutir à la détruire, et ceux qui ont fondé la science ont dû plus d'une fois s'exposer au reproche d'Horace :

Amphora cœpit
Institui; currente rota, cur urceus exit?

C'est qu'une science ne se construit point comme une tragédie.

Il était prouvé désormais que la pesanteur dépendait de la figure de la terre; mais cette figure elle-même ne pouvait-elle dépendre de la pesanteur? Cela devait être nécessairement dans l'hypothèse d'une fluidité primitive du globe. Or, dans ce cas, l'équilibre de la masse était impossible avec la forme sphérique, puisque l'une des composantes de la force centrifuge demeurait sans emploi. Concevant la terre comme formée d'une matière homogène et fluide, Huyghens et Newton entreprirent d'en déterminer la figure par les seules lois de l'hydrostatique. Ils la trouvèrent tous les deux aplatie vers les pôles, sans toutefois s'accorder sur la grandeur de l'aplatissement. C'est qu'ils se plaçaient à des points de vue différents. Huyghens supposait que la pesanteur serait la même en tous les points de la terre, tant à l'intérieur qu'à la surface, s'il n'y avait point de force centrifuge, et il trouvait ainsi que le diamètre de l'équateur devait dépasser l'arc polaire de la 578e partie de sa longueur. Newton, au contraire, attribuant la pesanteur à l'attraction mutuelle de toutes les parties de la masse terrestre, regardait la pesanteur comme variable suivant les différents points du globe, indépendamment des altérations causées par la force centrifuge. Il obtenait par là un aplatissement plus grand que celui de Huyghens : le diamètre équatorial surpassait le diamètre polaire de $\frac{1}{230}$ de sa longueur. Il faut bien avouer que ni l'un ni l'autre de ces grands géomètres ne se fondait sur des raisonnements et des calculs très rigoureux. Mais là, du moins, on était vraiment dans le domaine scientifique. La théorie pure ayant donné tout ce qu'il était permis d'en attendre alors, c'était à l'observation de décider. Que fallait-il pour cela? Mesurer avec tous les soins possibles un arc de méridien sous deux parallèles différents, et comparer les longueurs obtenues. On vérifierait ainsi l'existence, la grandeur et le sens de l'aplatissement terrestre; en même temps on saurait si vraiment il était admissible que la terre eût jamais existé à l'état fluide, et par là une vive lumière pourrait être jetée sur une question de haute géologie.

En 1683, Cassini fut chargé avec Lahire de faire cette véri-

(1) En 1635, Norwood, en Angleterre, avait trouvé 57 300 toises.

fication. On décida que l'arc entier du méridien qui traverse la France serait mesuré. Cet arc fut partagé en deux parties, l'une de 3° 20′, comprise depuis Paris jusqu'à l'extrémité méridionale du royaume, à Collioure; l'autre de 2° 13′, de Paris à l'extrémité septentrionale vers Dunkerque. Une telle opération, outre qu'elle fournirait la base d'un travail des plus importants et des plus utiles, la construction d'une carte du royaume, devait donner le moyen de comparer deux arcs de méridien, différant de plusieurs degrés, l'un au nord, l'autre au midi, et, si quelque inégalité existait dans la figure de la terre, elle apparaîtrait certainement. Elle apparut en effet, mais chose vraiment étonnante, elle se montra de sens contraire à celui qu'il fallait attendre. Ni l'ancienne hypothèse de la terre sphérique, ni les nouvelles théories qui la voulaient aplatie aux pôles, ne recevaient de confirmation. Le degré était trouvé plus petit vers le nord, non seulement que le degré vers le midi, mais plus petit encore que Picard ne l'avait obtenu au parallèle de Paris. Il suivait de là que la terre était non *aplatie*, mais *allongée* vers les pôles. On juge aisément du trouble qu'un pareil résultat devait apporter dans les idées des géographes, des astronomes et des mathématiciens. Et qu'on n'aille pas croire qu'il s'agissait là de mesures prises légèrement! Souvent interrompues, les opérations ne prirent fin qu'en 1718; elles furent ensuite reprises plusieurs fois avec différents instruments, par différentes méthodes. « Le gouvernement, dit Maupertuis, y prodigua toute la dépense et toute la protection imaginable, et le résultat de six opérations faites de 1701 à 1736 fut toujours que la terre était allongée dans le sens des pôles. Les mathématiciens eurent beau s'en étonner, les mesures paraissaient plus fortes que les raisonnements qui, fondés sur des théories subtiles, laissent toujours douter si l'on y a fait entrer toutes les circonstances nécessaires. » De là une querelle qui partagea en deux camps les géomètres et les astronomes, et dans laquelle des personnes même étrangères aux sciences prirent parti. Ce fut une dispute comparable à celle des newtoniens et des cartésiens. Dans les Académies, les salons philosophiques, littéraires même, on était pour la terre aplatie ou allongée, comme on tenait pour le vide et l'attraction de Newton ou pour le plein et la matière subtile de Descartes. On finit cependant par comprendre que les raisonnements, si ingénieux qu'ils fussent, ne suffiraient point pour décider la question, et que, si l'on voulait de nouveau invoquer l'expérience, il fallait opérer sur une étendue plus grande que celle de la France ou, du moins, mesurer deux degrés de méridien aussi voisins que possible, l'un du pôle, l'autre de l'équateur. C'est le parti que l'Académie des sciences prit dans l'année 1736; sur sa demande, Bouguer, La Condamine et Godin furent envoyés au Pérou, tandis que Maupertuis, Clairaut, Camus et Lemonnier devaient se rendre en Laponie. Il n'est peut-être pas sans intérêt de reproduire ici un fragment du discours prononcé devant l'Académie par le chef de l'expédition du pôle nord, au retour de la mission :

« M. le comte de Maurepas, qui aime les sciences et qui veut les faire servir au bien de l'État, trouva réunis dans cette entreprise l'avantage de la navigation et celui de l'Académie, et cette vue de l'utilité publique mérita l'attention de M. le cardinal de Fleury. Au milieu de la guerre, les sciences trouvaient en lui une protection et des secours qu'à peine auraient-elles osé espérer dans la paix la plus profonde. M. le comte de Maurepas envoya bientôt à l'Académie les ordres du roi, pour terminer la question de la figure de la terre. L'Académie les reçut avec joie et se hâta de les exécuter par plusieurs de ses membres; les uns devaient aller sous l'équateur mesurer le premier degré du méridien, et ils partirent un an avant nous; les autres devaient aller au nord mesurer le degré le plus septentrional qu'il fût possible. On vit partir avec la même ardeur ceux qui allaient s'exposer au soleil de la zone brûlante et ceux qui devaient éprouver les horreurs de l'hiver dans la zone glacée; le même esprit les animait tous, l'envie d'être utile à la patrie.

« La troupe destinée pour le nord était composée de quatre académiciens qui étaient MM. Clairaut, Camus, Lemonnier et moi, et de M. l'abbé Outhier auquel se joignit M. Celsius, célèbre professeur d'astronomie à Upsal, qui a assisté à toutes nos opérations et dont les lumières et les conseils nous ont été fort utiles. S'il m'était permis de parler de mes autres compagnons, de leur courage et de leurs talents, on verrait que l'ouvrage que nous entreprenions, tout difficile qu'il peut paraître, était facile à exécuter avec eux.

« Depuis longtemps nous n'avons point de nouvelles de ceux qui sont partis pour l'équateur. On ne sait presque encore de cette entreprise que les peines qu'ils ont eues, et notre expérience nous a appris à trembler pour eux. Nous avons été plus heureux et nous revenons apporter à l'Académie le fruit de notre travail.

« Le vaisseau qui nous portait était à peine arrivé à Stockholm que nous nous hâtâmes d'en partir pour nous rendre au fond du golfe de Bothnie, d'où nous pourrions choisir, mieux que sur la foi des cartes, laquelle des deux côtes de ce golfe serait la plus convenable pour nos opérations. Les périls dont on nous menaçait à Stockholm ne nous retardèrent point, ni les bontés d'un roi qui, malgré les ordres qu'il avait donnés pour nous, répéta plusieurs fois qu'il ne nous voyait partir qu'avec peine pour une entreprise aussi dangereuse. Nous arrivâmes à Tornéa assez tôt pour y voir le soleil luire sans disparaître pendant plusieurs jours, comme il fait dans ces climats au solstice d'été, spectacle merveilleux pour les habitants des zones tempérées, quoiqu'ils sachent qu'ils le trouveront au cercle polaire. »

Il y a bien quelque emphase dans ce morceau; elle se comprend assez du personnage qui, au retour de l'expédition, « se fit peindre et graver, la tête affublée d'un bonnet d'ours et aplatissant le globe de ses mains (1) »; elle s'explique aussi par la solennité de la circonstance et le goût du temps. On dirait plus simplement aujourd'hui, non avec moins de force. Toutefois il faut reconnaître que l'expédition du pôle Nord eut à vaincre des difficultés très réelles. Il fallut se frayer un chemin avec la hache, à travers des forêts épaisses,

(1) L'Académie des sciences et les académiciens, de 1666 à 1793, par M. J. Bertrand.

établir des signaux sur des montagnes élevées et d'un accès pénible, mesurer sur la glace une base de plus de trois lieues, au milieu des souffrances causées par une température extrêmement basse. Mais ces difficultés ne sont rien en comparaison de celles que rencontra l'expédition du Pérou. Là, nous assistons à un véritable drame : Couplet, emporté par la fièvre à Quito; le chirurgien Seniergues, assassiné dans une émeute à Cuença; l'astronome Godin, acceptant, presque par force, une chaire de mathématiques à Lima, pour être renvoyé pauvre et infirme, après trente-huit ans ; La Condamine, à chaque instant obligé de quitter le rôle du savant pour jouer celui du diplomate auprès du vice-roi, et ne parvenant qu'à force d'énergie, d'habileté, d'argent même pris sur son patrimoine, à écarter les obstacles de tout genre qu'une administration soupçonneuse semait comme à plaisir devant la mission française. Sept années s'écoulèrent ainsi; enfin, en 1742, les opérations étaient terminées; mais Bouguer et La Condamine revenaient seuls en France pour en rendre compte.

III.

L'arc mesuré dans le Pérou s'étendait de Quito à Cuença; celui de Laponie avait pour limites Tornéa et Kittis. Réduits au niveau de la mer, ces deux arcs donnèrent, l'un 57 438 toises pour le degré du méridien qui coupe le cercle polaire ; l'autre, 56 750 toises pour le degré qui coupe l'équateur. Cette différence de 688 toises en faveur du degré polaire décidait la question; la théorie était définitivement victorieuse; il n'était plus possible de douter que la terre fût aplatie à ses pôles. Cela n'était plus possible pour les géomètres du moins; car, pour ceux qui s'imaginaient, comme l'auteur de *Paul et Virginie,* que toutes les normales à une ellipse passent par le centre, la conclusion devait être opposée; mais l'opinion de ceux-là n'était point à considérer dans la question.

Il devait donc exister quelque erreur grave dans la méridienne de France; la revision en fut entreprise par Cassini et Lacaille; la cause du désaccord fut trouvée, et Cassini dut se rendre à la vérité. Ce travail de revision, dont les résultats sont contenus dans l'ouvrage intitulé : *la Méridienne vérifiée,* servit de base à la construction d'une carte de France connue sous le nom de carte de Cassini; œuvre considérable, commencée en 1744 et poursuivie pendant près de cinquante ans, car la dernière des 180 feuilles dont elle est composée ne fut publiée qu'en 1793. La carte de Cassini est restée l'expression la plus fidèle de la surface de notre pays jusqu'au grand travail topographique dont les ingénieurs-géographes militaires furent chargés en 1818; mais ce travail doit en grande partie sa supériorité à une nouvelle mesure de l'arc français, exécutée par Méchain et Delambre de 1792 à 1797. On sait trop bien dans quelles circonstances et à quelle occasion pour qu'il soit nécessaire d'y insister longuement. L'Assemblée nationale avait décrété l'établissement d'un système uniforme et universel de mesures, la dix millionième partie du quart d'un méridien terrestre devait fournir la nouvelle unité de longueur d'où dériveraient toutes les autres unités de surface, de volume, de poids et de monnaie; et ce quart d'un méridien serait lui-même conclu de l'arc de 9° et demi mesuré entre Dunkerque et Barcelone, en supposant que la surface des mers indéfiniment prolongée se confond avec celle d'un ellipsoïde de révolution autour de la ligne des pôles. Il importe davantage de rappeler en quoi l'œuvre de Méchain et Delambre se distingue des travaux géodésiques antérieurs; or elle s'en distingue surtout par les perfectionnements apportés aux instruments d'observation et aux méthodes de calcul.

Pour mesurer les angles, on s'était jusqu'alors servi de secteurs ou de quarts de cercle; on peut voir encore à l'Observatoire de Paris un de ceux qui furent employés par l'expédition du pôle Nord. A ces instruments, Borda substitua un cercle donnant la minute seulement, à la simple lecture, mais permettant d'appliquer indéfiniment le principe de la répétition des angles dû à l'astronome allemand Tobie Mayer (1777). Ce cercle prit le nom de *cercle répétiteur* ou de *Borda*; quatre modèles en furent construits par l'artiste Lenoir, ainsi que les règles de platine destinées à la mesure des bases.

Les méthodes analytiques toutes nouvelles employées pour le calcul des observations de Delambre et Méchain et pour la détermination des éléments du sphéroïde terrestre sont exposées dans deux mémoires publiés l'an VII de la République, l'année même où l'Institut présenta au Corps législatif les étalons du mètre et du kilogramme. L'un de ces mémoires a pour auteur Delambre; il se rapporte spécialement aux meilleures conditions de l'établissement des signaux, à la réduction des observations astronomiques, au calcul des coordonnés des sommets du réseau géodésique, des différences de niveau, et des portions consécutives de l'arc de méridien comprises dans les triangles. L'autre est de Legendre et contient l'exposition d'une méthode pour le calcul des éléments du sphéroïde. On sait que, dans un triangle sphérique, la somme des angles dépasse 180° d'une quantité qui mesure précisément la surface du triangle et qu'on nomme l'*excès sphérique*. Cet excès, toujours fort petit quand les côtés du triangle sont peu courbes (1), se laisse calculer avec précision, pourvu que l'on ait une valeur approchée des côtés; tel est le cas dans les applications à la géodésie. Quelle que soit la forme de la terre, si chacun des triangles considérés en occupe une faible étendue, on pourra le regarder comme sphérique; si alors on réduit à l'horizon les angles mesurés, si l'on applique aux angles réduits la correction nécessaire pour que leur somme dépasse 180° du petit excès dû à la surface du triangle, et calculé *a priori* (2), il est clair qu'il n'y aura plus lieu d'avoir égard aux différences de hauteur des sommets, c'est-à-dire que chaque portion du réseau géodésique se trouvera projetée sur une

(1) Dans la méridienne de France, l'excès sphérique est toujours resté compris entre 0",3 et 4",1.

(2) Dans la réalité, on n'applique pas cette correction aux angles réduits : si l'excès sphérique calculé *a priori* a une valeur sensible, on le compare simplement à l'excès de la somme de trois angles réduits sur 180° ; la différence entre les deux excès fait alors connaître l'erreur du triangle.

surface sphérique dont l'élément correspondant pourra être considéré comme appartenant au prolongement de la surface des mers. Cela du moins est possible dans une première approximation de la figure de la terre; mais nous reviendrons sur ce point délicat.

Dans une chaîne géodésique, on ne mesure en général qu'un seul côté directement, c'est la *base;* en lui appliquant une correction qui dépend des hauteurs connues de ses deux points extrêmes au-dessus du niveau de la mer, on la ramène elle-même à ce niveau. Quant aux autres côtés des triangles, il les faudra calculer. Ici Legendre fait connaître un beau théorème qui simplifie le travail : que de chacun des angles observés et réduits on retranche le tiers de l'excès sphérique, et le calcul des côtés du triangle sphérique est ramené à celui des côtés d'un triangle plan, qui formeraient entre eux les angles ainsi corrigés. C'est la règle que suivaient les anciens observateurs; pour eux, l'excès sphérique restait confondu avec les erreurs d'observation; ils répartissaient les erreurs également sur les trois angles et regardaient le triangle comme rectiligne, se conformant ainsi par avance, en quelque sorte instinctivement, au théorème de Legendre; seulement ils n'avaient point de formule pour apprécier l'erreur qui en pouvait résulter et, par conséquent, n'étaient en état ni de légitimer le procédé ni de fixer les limites de son application.

On voit donc que, tant qu'il s'agit de calculer les triangles de la chaîne et les diverses parties de la méridienne qui la traverse, on n'a point à se préoccuper de la vraie forme du méridien; il suffit qu'on sache qu'elle diffère peu du cercle. Mais maintenant, pour obtenir une relation entre les longueurs des arcs et les latitudes, Legendre est obligé de faire une hypothèse; il la fait aussi générale qu'il peut. Se fondant sur des recherches antérieures (1), relatives à l'équilibre des fluides, il établit entre le rayon du pôle, un rayon vecteur quelconque de la terre et l'angle que ce rayon fait avec l'axe polaire, une équation où figurent en outre deux coefficients, l'un de l'ordre de l'aplatissement et l'autre du carré de cet ordre (2). Introduisant alors dans cette équation la longueur d'un arc du méridien et les latitudes de ses points extrêmes, il en déduit une autre qui, appliquée aux différents points du canevas géodésique, permet de calculer la longueur du quart du méridien et les coefficients qui dépendent de l'aplatissement terrestre. Par ce procédé et par d'autres procédés analogues appliqués à l'arc français et à l'arc du Pérou, il parut que la courbe du méridien s'écartait assez peu d'une ellipse pour que la surface du globe pût être considérée comme celle d'un ellipsoïde de révolution, les petits écarts manifestés çà et là devant être attribués aux erreurs accidentelles des observations. Nous verrons que cette conclusion n'est point rigoureusement exacte. La combinaison des deux arcs donna pour l'aplatissement la valeur 1/334 et pour le quart du méridien 5130740 toises dont la dix millionième partie forma désormais la longueur du mètre.

(1) *Mémoires de l'Institut* pour 1789.

(2) Cette équation est $r = h\,(1 + m \sin.\,\psi + n \sin.\,\psi)$ où ψ désigne l'angle formé par le rayon r, et le demi-axe polaire h; elle se confond avec celle de l'ellipse dans le cas où l'on a : $n = \frac{3}{2}\,m^2$.

L'œuvre de Méchain et Delambre, accomplie avec des ressources restreintes, au milieu de difficultés que les circonstances politiques d'alors nous font aisément concevoir, est vraiment belle. Elle fut prise pour modèle à l'étranger et suscita des travaux analogues de divers côtés : en Italie, en Suède, en Angleterre, dans les Indes, aux États-Unis. Notre méridienne fut prolongée, quelques années plus tard, par Biot et Arago, dans un temps que la guerre avec l'Espagne ne rendait pas beaucoup plus propice que la période révolutionnaire. Arago se vit arrêter plusieurs fois, retenu même pendant plusieurs mois dans les prisons de Mayorque; il eut, comme ses devanciers, sa part d'épreuves et de dangers.

IV.

En France, le corps des ingénieurs militaires géographes continua l'œuvre géodésique, sous le contrôle du Bureau des longitudes alors présidé par Laplace. Les triangulations successivement faites le long des parallèles de Paris, de Bourges, de Clermont, de Rodez, d'Amiens et des Pyrénées, sur les méridiennes de Bayeux, de Sedan et de Strasbourg, couvrirent la France d'un vaste réseau. A ce canevas principal furent rattachés les points topographiques remarquables du pays, et de l'ensemble de toutes ces opérations est née la carte dite de l'état-major. Il faudrait pouvoir citer les noms de tous les officiers instruits et dévoués qui prirent part à ces travaux. Rappelons du moins les plus connus : le colonel Puissant, Coraboeuf, Delcros, puis Testu, Rozet, Hossard et Levret. Malheureusement, la suppression du corps des ingénieurs géographes, en 1831, vint porter un coup sensible à la géodésie française ; de grands progrès s'accomplissaient à l'étranger, en Allemagne surtout, sous l'impulsion de Gauss et de Bessel; nous perdions le premier rang. Le général Blondel, dans un mémoire qu'il appelle avec esprit, mais non sans tristesse, le testament des ingénieurs géographes (1), s'exprime ainsi : « En 1831, les ingénieurs géographes, passés dans le corps d'état-major, s'y fondirent sans rien perdre de leurs précieuses qualités; mais le recrutement de la phalange géodésique fut sérieusement menacé. Obéissant à de nobles instincts, attirés par les aventures et les champs de bataille, stimulés puissamment par la passion de la gloire brillante qu'on y rencontre, les jeunes officiers abandonnèrent la ligne des luttes scientifiques, des labeurs obscurs et des succès sans retentissement.

« En même temps, d'autres préoccupations dominaient au Dépôt de la guerre, puis des réductions successives de dépenses, des transformations administratives mutilaient cette institution, et la géodésie de la France arrivait tristement à son terme, sans autre soutien que le zèle et les scrupules traditionnels des vieux géodésiens... »

(1) *Supplément au tome IX du Mémorial du Dépôt général de la guerre*, 1865.

Il faut dire que, malgré les soins apportés par Méchain et Delambre dans leurs opérations, l'exactitude de leur méridienne n'était plus en rapport avec celle des chaînes principales, qui formaient le canevas de la carte de France ; Gambey avait perfectionné le cercle répétiteur ; les triangles avaient été mieux choisis, les angles mesurés par un nombre plus grand de séries ; enfin quelques erreurs avaient été reconnues, dont les plus graves semblaient affecter la partie de la méridienne comprise entre Paris et Bourges, et les triangles du midi, de Rodez aux Pyrénées. De là un défaut d'homogénéité regrettable; mais quand le Bureau des longitudes ou l'Observatoire demandait une revision de la méridienne, le Dépôt de la guerre répondait invariablement par des fins de non-recevoir : impossibilités budgétaires, absence à peu près complète d'un personnel actif, exercé aux travaux géodésiques, etc. Enfin l'influence du maréchal Randon releva le service de la géodésie; il en était temps, car ses derniers soutiens allaient disparaître. « D'anciens ingénieurs géographes, à la veille de leur retraite, dit encore le général Blondel, reçurent des avancements et des récompenses qu'ils n'osaient même plus espérer. Quelques jeunes officiers furent excités à marcher dans la voie de ces honorables devanciers, à les accepter pour modèles, à suivre leurs enseignements. Ils portèrent en Corse et en Algérie leur activité et reconstituèrent dans le corps d'état-major un petit groupe de géodésiens sérieux. MM. Versigny, Beaux, Perrier, sont l'espoir de cette régénération. »

La géodésie devait tôt ou tard prendre un caractère international; car on ne pouvait se dispenser de relier entre elles les triangulations faites dans les différents pays ; seulement il est évident que cette liaison devait offrir des difficultés particulières lorsqu'il s'agirait de réunir géodésiquement des territoires séparés l'un de l'autre par un bras de mer. C'était le cas des jonctions à effectuer entre la France et l'Angleterre, entre l'Espagne et l'Algérie. Déjà, en 1787, Legendre, Cassini et Méchain avaient pu rattacher un point de la côte anglaise, la tour nord du château de Douvres, au triangle formé sur notre littoral par les trois points : Blanc-Nez, Calais, et mont Lambert. Malheureusement, il y a dans ce canevas deux angles non mesurés, mais conclus, ce qui s'explique bien par les difficultés de l'opération, surtout pour l'époque où elle fut tentée. En 1825, la jonction géodésique des deux pays fut de nouveau exécutée, à la demande du gouvernement anglais, par une commission composée de MM. Arago et Mathieu pour la France, du capitaine Ketter et de plusieurs autres officiers pour l'Angleterre. L'opération se présentait cette fois dans des conditions bien plus favorables qu'en 1787 ; un grand théodolite d'un mètre de diamètre avait été commandé à Gambey, et des phares perfectionnés, pouvant s'apercevoir de nuit à de grandes distances, avaient été construits sous la direction de MM. Arago et Mathieu. Le succès fut complet : en quelques mois le travail était terminé ; mais des circonstances malheureuses en firent perdre les résultats.

La question fut reprise en 1860 et définitivement résolue cette fois par le colonel Levret, assisté des capitaines Beaux et Perrier. L'Angleterre était représentée dans cette opération par MM. le lieutenant-colonel Cameron, le capitaine Clarke et le lieutenant Trench du *Royal Ingeniors*. Un canevas géodésique complet reliait désormais, à travers le Pas-de-Calais, les deux triangulations de France et d'Angleterre, et ainsi la méridienne de Paris se trouvait prolongée sans aucune interruption jusqu'aux îles Shetland vers le nord, et vers le sud jusqu'à l'île de Formentera.

A ce moment même, l'Espagne, grâce aux efforts du colonel Ibañez, travaillait avec succès à l'établissement de son réseau géodésique. De leur côté, MM. Versigny et Perrier poussaient vivement la triangulation de notre colonie algérienne. Le moment allait donc venir bientôt de prolonger la méridienne de France à travers la Méditerranée entre l'Espagne et l'Algérie, comme elle avait été prolongée en 1860 à travers le Pas-de-Calais. Seulement les difficultés étaient ici incomparablement plus grandes, car les triangles qu'il s'agissait de poser *tout d'une pièce,* pour ainsi dire d'une côte à l'autre, n'avaient guère moins de 300 kilomètres de longueur. Tel avait été déjà le rêve de Biot et d'Arago lorsqu'ils opéraient autour de Barcelone. Ce rêve, le commandant Perrier a pu le réaliser au mois de septembre dernier. Cette grande opération doit nécessairement occuper une place importante dans notre historique de la géodésie française ; nous allons donc faire connaître avec quelques détails les circonstances ainsi que les moyens d'exécution vraiment remarquables qui l'ont rendu possible.

Le colonel Levret avait bien déjà montré, par le calcul, en 1863, qu'un rayon visuel, partant des sommets algériens situés dans le voisinage de Nemours pour aller rejoindre ceux des sierras espagnoles des provinces de Grenade et de Murcie, ne rencontrait en aucun point la surface de la mer malgré la courbure très prononcée que celle-ci présente sur une aussi grande étendue ; mais personne, du moins aucun géodésien, n'avait pu, *de ses yeux,* vérifier les résultats du calcul. Cependant, au printemps de l'année 1868, dans une reconnaissance que le capitaine Perrier faisait entre Oran et le Maroc, afin de choisir les points qui devaient servir de sommet aux triangles de la partie ouest de la chaîne algérienne, les Arabes et les colons lui affirmèrent, lui *jurèrent* même qu'on apercevait parfois la côte d'Espagne. Le fait était parfaitement possible. Pendant le jour, il se produit à la surface de la mer une énorme quantité de vapeurs, et l'horizon paraît presque toujours couvert d'une brume épaisse ; mais le soir, la condensation des vapeurs peut rendre à l'atmosphère cette pureté merveilleuse, particulière aux régions méridionales. Je ne sais plus quel voyageur a écrit, avec une spirituelle exagération, qu'il pouvait, à la transparence de l'air, juger à quelle distance il était au sud de Paris. Mais enfin, depuis le mois de mai jusqu'en octobre, M. Perrier avait, à différentes reprises, interrogé l'horizon sans apercevoir la côte désirée. Ce n'est que le 18 octobre qu'il put constater que les Arabes lui avaient dit la vérité. Laissons-le raconter lui-même dans quelles circonstances : « Le 18 octobre, dit-il, dans une remarquable conférence faite en 1872 devant la Société de géographie, à la reprise des opérations au Seba Chioukh, vers cinq heures du soir, au moment où, les observations d'angles et de hauteurs étant

terminées, je venais de remettre mon instrument dans sa boîte pour rentrer à Tlemcen, le vent changea subitement de direction pour passer de l'ouest-sud-ouest au nord, et j'aperçus très distinctement, à l'*œil nu,* une crête qui se profilait dans le lointain au-dessus de l'horizon de la mer, sous la forme d'une ligne dentelée présentant deux renflements gigantesques. Le doute n'était plus possible ; c'était bien la côte espagnole qui apparaissait à mes yeux comme par une évocation magique. Quoique séduit par l'imprévu et par la grandeur imposante du spectacle qui se déroulait devant moi, et malgré la fatigue extrême dont j'étais atteint après une journée d'observations pénibles, je me hâtai de replacer mon cercle en station et de prendre, par rapport au sommet du Tessala encore bien visible, l'azimut des deux points principaux de la crête dont j'avais déjà dessiné le profil. »

Quelques jours après, M. Perrier put encore viser, au coucher du soleil, mais de points différents, les deux mêmes sommets de la côte d'Espagne. Rentré en France, il rapporta sur un croquis fait à une grande échelle les directions observées, les points principaux du réseau algérien, ceux de la partie sud du réseau espagnol, et il trouva ainsi que les points visés par lui successivement du Seba Chioukh, du Nador de Tlemcen, du Zendal et du Bem Sabia, n'étaient autres que les deux points culminants de la Sierra Nevada dans la province de Grenade, et de la Sierra Maria dans la province de Murcie. Dès lors, la possibilité de joindre les deux triangulations d'Algérie et d'Espagne était démontrée, c'est-à-dire que le problème était posé ; mais la solution n'en paraissait ni facile ni prochaine. M. Perrier pensa qu'il fallait d'abord reprendre toute la méridienne de France de manière que l'arc immense de 28 degrés qui devait aller des îles Shetland aux confins du Sahara eût dans toutes ses parties une égale précision ; il pensa enfin que la jonction de l'Algérie à l'Espagne devait être le couronnement d'une œuvre vraiment scientifique. Telle fut aussi l'opinion du Bureau des longitudes qui appuya fortement auprès du ministre de la guerre la demande, faite par M. Perrier, d'une revision de la méridienne, et en 1869, le maréchal Niel décida que les opérations commenceraient dès l'année suivante et qu'elles seraient dirigées par le capitaine Perrier ayant pour collaborateurs MM. les capitaines Penel et Bassot. Elles furent malheureusement interrompues par la guerre et ne purent être reprises qu'au printemps de 1871. Mais, avant d'aller plus loin, faisons connaître les perfectionnements apportés aux procédés d'observation et aux instruments eux-mêmes dans cette quatrième mesure de la méridienne de France.

Parlons d'abord des signaux destinés à servir de point de mire et, par conséquent, à former les sommets des triangles. Les anciens géodésiens choisissaient pour signaux des édifices remarquables : une tour, un clocher, des arbres isolés, ou bien des pyramides en charpente, lorsqu'ils n'avaient à leur disposition aucun édifice et qu'il était nécessaire d'abriter l'observateur. Lorsqu'ils voulaient opérer la nuit, ce qui était assez rare, ils prenaient comme signaux des réverbères. Mais les signaux de jour sont sujets à une erreur assez grave, qu'on nomme *erreur de phase,* et qui dépend de la manière dont le signal est éclairé. Supposons, par exemple, qu'il ait pour base un rectangle dont un seul côté reçoive de la lumière ; l'observateur visera le milieu de ce côté et non le centre du rectangle, qui est invisible et qui est vraiment le centre de la station. De là une erreur commise sur l'angle mesuré, erreur que l'observateur peut calculer, il est vrai, lorsqu'il connaît la distance du signal et ses dimensions ; mais on évite cet inconvénient par l'emploi des héliotropes, imaginés par Gauss, dont on fait usage depuis longtemps en Allemagne et que les géodésiens français ont, pour la première fois, appliqué en 1860, sous la forme un peu différente de l'héliostat Silbermann, lors de la jonction des côtes de France à celles d'Angleterre. Le principe de ces appareils est fort simple. Concevez deux miroirs plans à angle droit l'un de l'autre et liés entre eux ; il est visible que si un pareil système est exposé à la lumière du soleil, la partie saillante étant tournée vers l'astre, les faisceaux réfléchis sur l'un et l'autre miroir seront le prolongement l'un de l'autre. Or les miroirs peuvent être placés de manière que l'un des deux faisceaux réfléchis tombe sur l'objectif d'une lunette et coïncide avec son axe optique, alors le faisceau réfléchi par l'autre miroir donnera une image du soleil qui sera vue du point même sur lequel est dirigée la lunette. L'ensemble de ces miroirs et de la lunette constitue l'héliotrope de Gauss. Au point qui doit être le sommet de l'un des triangles à établir, on installe l'héliotrope en dirigeant la lunette vers la station d'où ce point doit être visé, et c'est l'image solaire qui forme le signal vu de la station. L'observateur est ainsi mis à l'abri des erreurs de phase ; il obtient dans sa lunette une image fort petite, comparable à celle d'une étoile et qui peut être pointée avec une extrême précision.

Dans les opérations relatives à la revision du canevas français, M. Perrier a encore simplifié l'appareil héliotropique. Il emploie simplement une glace argentée, à face bien parallèle, d'un décimètre carré de surface ; ce miroir peut tourner autour d'un axe horizontal porté par une fourchette, mobile elle-même autour d'un axe vertical, et ce dernier fait corps avec un pied massif reposant sur trois pointes. En chaque point géodésique, au centre même de la station, sur la borne repère, il installe son miroir et charge deux soldats de diriger le miroir de manière que le faisceau des rayons lumineux réfléchis éclaire constamment le point où se trouve l'observateur qui doit viser à la station. A cet effet, une petite ouverture est pratiquée au centre du miroir ; en face, sur un poteau, est dressée une planche, percée d'un trou à même hauteur que celui du miroir, de telle façon que la ligne qui joint les centres des deux ouvertures aille passer par la station d'où l'on vise. On peut ainsi, à chaque instant, vérifier si la position du miroir est bien celle qui convient ; mais les soldats ont uniquement à se préoccuper de maintenir l'image du soleil au centre de l'ouverture de la planche.

Non seulement les signaux obtenus au moyen de l'héliotrope évitent les erreurs de phase, mais ils ont encore l'avantage d'être visibles à des distances bien supérieures à celles des signaux ordinaires. Dans la jonction géodésique des îles Baléares à l'Espagne, les signaux solaires ont été vus à plus

de 200 kilomètres. M. Perrier espérait les voir à travers la Méditerranée, à des distances plus grandes encore pour la jonction de l'Algérie à l'Espagne; mais là, nous verrons que d'autres moyens ont dû être employés.

Il y aurait encore bien d'autres détails intéressants à signaler; il y aurait à dire, par exemple, comment avec un petit nombre de signaux convenus d'avance et résultant d'apparitions et d'occultations successives de l'image solaire, on a pu constituer un alphabet de télégraphie optique permettant à l'observateur d'une station de diriger le travail des hommes placés à la station voisine; mais il faut se borner. Toutefois on ne peut se dispenser de parler ici du bel instrument construit par MM. Brünner et qui, dans la revision de la méridienne française, est employé à la mesure des azimuts relatifs des directions observées. A la différence des anciens instruments qui étaient pourvus d'un cercle vertical pour la mesure des distances zénithales, celui-là ne donne que des azimuts; de là, son nom de *cercle azimutal.* Cette simplification, loin d'être une cause d'infériorité, constitue au contraire un avantage considérable, aisément compris de tous ceux qui savent quelle est la difficulté de mesurer un angle horizontal. Un instrument auquel on demande à la fois des azimuts et des hauteurs doit évidemment satisfaire à des conditions mécaniques de stabilité bien différentes, et qu'il paraît malaisé de réunir dans un même appareil. Le cercle azimutal de Brünner est du reste un véritable instrument d'observatoire; l'oculaire est muni d'un réticule mobile qui permet de multiplier les pointés; les verniers sont remplacés par quatre microscopes à micromètre qui augmentent notablement la précision des lectures. Enfin chaque angle mesuré est fourni par la moyenne d'une série d'observations faites en prenant pour origine des points équidistants sur le limbe, cette moyenne est ainsi affranchie des erreurs de division du cercle; c'est la méthode de la *réitération;* par là sont évitées ces erreurs d'*entraînement* auxquelles il a été jusqu'à présent impossible de soustraire les instruments répétiteurs, et c'est ainsi que l'erreur moyenne d'une vingtaine de réitérations ne paraît point dépasser une petite fraction de seconde angulaire.

Tel est l'ensemble vraiment remarquable des moyens que les géodésiens actuels du Dépôt de la guerre ont mis en œuvre dans les triangulations de France et d'Algérie; nous allons bientôt voir s'y joindre les plus récentes conquêtes de la science électrique. Leurs travaux ont été accomplis dans des circonstances variées à dessein, en observant tantôt de jour, tantôt de nuit. C'est qu'il y avait là à décider une question qui partageait les astronomes et les géodésiens. Or de cette campagne géodésique de dix années il semble résulter qu'il n'y aurait aucune différence à faire, sous le rapport de la précision, entre les observations de jour et celles de nuit. Chacun des deux systèmes reste donc avec les avantages et les inconvénients qui lui sont propres; et l'emploi de l'un ou de l'autre demeure subordonné aux circonstances locales ou aux convenances particulières de l'observateur.

En résumé, le fruit de ces dix ans de travaux est la revision de la méridienne de Méchain et Delambre, depuis notre frontière des Pyrénées jusqu'à la base de Melun et la mesure en Algérie, d'un arc de parallèle de 10°, dont l'amplitude dépasse, par conséquent, celle de l'arc de méridien qui traverse la France. Cet arc de parallèle sera le premier qui puisse, avec les arcs de méridien d'Europe et d'Asie, concourir à l'étude qu'il faudra maintenant entreprendre de la vraie figure de la terre.

En 1878, les Espagnols avaient poussé leur triangulation jusqu'aux sierras de Grenade et de Murcie; celle d'Algérie était achevée; le moment était donc venu de songer à joindre les deux réseaux. Par un accord entre le gouvernement espagnol et le nôtre, la direction des opérations fut confiée au général Ibañez pour l'Espagne, au commandant Perrier pour la France (1). Deux points furent choisis en Espagne : les sommets de *Mulhacen* dans Grenade, de *Tetica* dans Murcie; deux points en Algérie, le plateau de M'Sabiha à l'ouest d'Oran, et le sommet du Filhaoussen au sud de Nemours. Mais il restait encore beaucoup à faire pour achever les préparatifs de l'expédition; il fallait discuter les chances de succès, éliminer autant que possible toutes les causes d'échec, nombreuses, on le comprend. Pouvait-on, par exemple, choisir indifféremment l'époque du travail? Pendant les chaleurs de l'été, de juin jusqu'en septembre, l'inégale dilatation des couches d'air voisines du sol produit dans l'atmosphère des ondulations qui nuisent singulièrement à la stabilité des images lumineuses; et l'horizon de la mer est presque toujours voilé par des brumes épaisses; d'un autre côté, dès le commencement de novembre, les hauts sommets espagnols sont couverts de neige. Il ne restait donc que deux mois, septembre et octobre, sur lesquels on pût compter, et il fallait dans ces deux mois pouvoir achever l'opération.

D'après les altitudes des stations choisies, il était certain que les rayons solaires, réfléchis par les héliotropes, passeraient à plus de 300 mètres au-dessus de la Méditerranée, mettant ainsi les observateurs à l'abri des réfractions anormales toujours à craindre dans les parties basses de l'atmosphère; mais pourraient-ils traverser cette énorme épaisseur atmosphérique de 75 lieues? On pouvait raisonnablement l'espérer; mais on ne pouvait non plus méconnaître qu'on se trouverait là bien près des limites de portée de nos instruments. Il ne paraissait donc pas inutile de multiplier les précautions. Le commandant Perrier, à qui son collègue espagnol avait confié la délicate mission de tout préparer, instruments et méthodes, résolut d'employer la lumière électrique concurremment avec les signaux solaires, sans se laisser arrêter par les difficultés matérielles du transport de lourdes machines à vapeur sur de hautes montagnes. Les difficultés étaient grandes en effet; il fallait, au plus fort des chaleurs de juillet, percer des routes, établir des approvision-

(1) Il n'est que juste de citer les noms des officiers des deux pays qui ont été les collaborateurs des deux chefs de mission. Ce sont, pour l'Espagne, MM. les capitaines Borres, Cebrian et Piñal; pour la France, MM. les capitaines Bassot, Sever, Defforges et Derrien.

nements de charbon, installer des phares électriques. Vers la fin du mois d'août, ces préparatifs étaient terminés; des deux côtés, les machines Gramme, sorties des ateliers de M. Bréguet, transformaient en un courant électrique le travail emprunté aux machines à vapeur, et ce courant lui-même était transformé en lumière dans des lampes du système Serrin; mais ni les signaux solaires ni les feux électriques n'avaient encore été aperçus d'aucune des stations.

Enfin, après plusieurs jours d'une anxieuse attente, le 9 septembre 1879 à M'Sabiha, comme à Tetica un point lumineux, immobile, apparaît comme une étoile de première grandeur dans la direction de la ligne qui joint ces deux points; il n'y a pas à s'y tromper : ce sont bien les feux électriques. Le lendemain, chacune des stations peut recevoir dans sa lunette les trajectoires lumineuses parties des trois autres, et les opérations peuvent commencer : elles durent jusqu'au 18 octobre; tous les angles sont mesurés quarante fois; ainsi la jonction est faite entre l'Espagne et l'Algérie.

Le succès de cette belle opération est aussi complet qu'on le pouvait souhaiter; dans aucun des quatre triangles mesurés, la différence entre les excès sphériques calculés et observés n'atteint 2"; l'erreur possible de ces immenses triangles de 70 lieues est donc du même ordre que celle des petits triangles ordinaires de la géodésie. Mais l'échec eût été complet sans la lumière électrique, car aucun des signaux solaires n'a été vu. Ainsi ce qui pouvait paraître un excès de précaution, ce qui n'était peut-être dans la pensée des organisateurs de l'entreprise qu'un surcroît de prudence, est devenu la condition même du succès. N'y a-t-il pas là un enseignement ?

V.

La commission franco-espagnole pouvait-elle considérer sa tâche comme terminée? Elle le pouvait assurément si elle voulait s'en tenir aux termes stricts du problème de la jonction géodésique des deux continents. Mais le but final de ses travaux étant de fournir des éléments nouveaux à l'étude de la figure de la terre, elle pensa qu'il y avait lieu de projeter sur le ciel deux sommets du quadrilatère de jonction. Ici quelques explications sont nécessaires.

De l'ensemble des mesures prises dans les différentes régions du globe, on a déduit les éléments d'un ellipsoïde de révolution dont on regarde la surface comme coïncidant avec la surface de niveau des mers prolongée à travers les continents. Ce résultat ne possède en réalité que la valeur d'une hypothèse, mais d'une hypothèse que toute triangulation nouvelle effectuée dans une région quelconque permettra de vérifier. Concevez qu'on ait mesuré sur le globe une ligne géodésique, c'est-à-dire une ligne contenant les traces d'une suite de normales à la surface vraie de la terre. Dans l'hypothèse où cette surface est celle de l'ellipsoïde de révolution défini par les mesures antérieures, nous savons *calculer* la différence de longitude, latitude et azimut *géodésiques* des extrémités de la ligne. Ces mêmes coordonnées peuvent aussi être obtenues par des procédés purement astronomiques, sans aucune supposition faite sur la figure du globe. Si donc la forme de la terre est réellement celle que lui assigne l'ellipsoïde théorique, les deux systèmes de coordonnées *astronomique* et *géodésique* doivent coïncider entre eux, ou du moins ne différer l'un de l'autre que de petites quantités qui soient de l'ordre des erreurs accidentelles des observations. Si une telle coïncidence n'existe pas, il faudra, ou bien corriger en conséquence les éléments adoptés pour l'ellipsoïde qui représente la surface du niveau des mers, ou bien chercher une autre figure qui puisse représenter cette surface. Qu'on se place à l'un ou à l'autre de ces deux points de vue, on saisit immédiatement l'importance, la nécessité même d'une détermination soignée des coordonnées astronomiques en certains points d'un réseau.

C'est là ce qui restait à faire à la commission franco-espagnole après la mesure des quatre triangles qu'elle venait de jeter par-dessus la Méditerranée. Or, pour les latitudes et les azimuts, le problème est relativement facile; il en est tout autrement des longitudes. Le problème des longitudes consiste, comme on sait, à trouver la différence des heures comptées, à un même instant physique, sous deux méridiens différents; il a longtemps désespéré les astronomes. Dans l'histoire que M. Joseph Bertrand a tracée, d'une main si ferme, de l'ancienne Académie des sciences, on suit avec intérêt les efforts qui ont été faits au siècle dernier pour obtenir de ce problème une exacte solution. On y voit même que les projets ridicules n'ont point manqué. « Le célèbre géologue et théologien Whiston, dit M. Bertrand, proposait simplement de placer sur les routes que peuvent tenir les vaisseaux une série de navires attachés par leurs ancres, sorte d'îles flottantes de position fixe et connue, sur chacune desquelles, à minuit précis, heure de Londres, on lancerait chaque jour une fusée qui, en éclatant à 6000 pieds de hauteur, montrerait l'heure exacte ou la ferait entendre à plusieurs centaines de milles à la ronde. » Passons, et disons tout de suite que la solution du problème a fait de grands progrès dans notre siècle, par l'invention des chronomètres, par le perfectionnement des méthodes astronomiques, et qu'elle est susceptible d'une extrême précision lorsque les deux points dont il s'agit d'obtenir la différence de longitude sont reliés par une ligne télégraphique ou un câble sous-marin. Dans ce cas, à chacune des extrémités de la ligne s'établit un observateur muni d'un cercle méridien, d'une pendule sidérale et d'un chronographe électrique. Chaque observateur détermine, au temps de sa pendule, les heures de passage d'un certain nombre d'étoiles à son méridien. Il n'y a plus ensuite qu'à échanger les heures locales, c'est-à-dire à comparer les deux pendules au moyen de signaux transmis par la ligne ou par le câble, et enregistrés par les deux chronographes. Tel est du moins le principe de la méthode, qui, dans la réalité, exige des soins minutieux, des calculs délicats, et que les travaux de M. Lœvy semblent avoir porté aux dernières limites de la précision possible dans l'état présent de la science. Mais il n'y a point de ligne télégraphique entre les deux stations algérienne et espagnole, M'Sabiha et Tetica, qu'il s'agissait de relier en longitude. M. Perrier eut l'ingénieuse idée de substituer aux signaux

télégraphiques transmis d'une station à l'autre une série d'apparitions et d'éclipses de signaux lumineux, dont les instants physiques devaient être enregistrés séparément par les deux chronographes comme des passages d'étoiles. C'est au fond l'ancienne méthode des signaux de feu de Cassini, combinée avec celle des signaux rythmés de M. Liais, mais transformée vraiment en une méthode nouvelle par d'heureuses dispositions qui appartiennent en propre à M. le colonel Perrier.

Deux conditions étaient à réaliser pour l'échange de pareils signaux à d'aussi grandes distances; il fallait que le faisceau de lumière électrique pût conserver une intensité constante et s'interrompre instantanément. Au foyer du projecteur du colonel Mangin, miroir de verre étamé postérieurement et dont les deux courbures sont calculées de manière à faire disparaître l'aberration de sphéricité, M. Perrier fit placer une lampe électrique, dont les charbons pouvaient, à la main et par un réglage continu, être maintenus à une distance invariable; il échappait ainsi aux petites variations d'intensité et de position que l'arc voltaïque subit nécessairement dans les meilleurs régulateurs. Quant à l'interruption des signaux, il la fit produire aussi instantanée que possible, par un petit levier soumis à l'action intermittente d'un appareil électromagnétique. Dès lors il est aisé de comprendre le mécanisme des échanges de signaux. De Tetica, par exemple, l'astronome espagnol, M. Merino, envoyait quarante signaux; à l'instant de chaque éclipse, le levier de l'interrupteur fermait le courant de la pile locale du chronographe et le phénomène était enregistré automatiquement. De son côté, à M'Sabiha, le commandant Perrier observait l'instant de l'éclipse, c'est-à-dire qu'au moment précis où le signal lui semblait disparaître, il pressait le bouton du tope qu'il tenait à la main, et enregistrait, comme des passages d'étoiles, sur son chronographe, les instants des éclipses. Puis les rôles changeaient; M'Sabiha envoyait et enregistrait à son chronographe quarante signaux que Tetica observait et enregistrait sur le sien. On avait ainsi tous les éléments nécessaires pour la comparaison des pendules des deux stations; car, pendant l'échange des signaux, le chronographe, en relation électrique avec la pendule de la station, n'avait cessé de battre la seconde ou les deux secondes ; la bande de papier déroulée par le chronographe portait donc deux sortes de signaux, placés parallèlement : les signaux indicateurs du temps de la pendule et les signaux indicateurs des instants des éclipses. On avait donc et on gardait visibles les heures locales de ces éclipses, comme si, à l'instant du phénomène, on eût arrêté l'aiguille de la pendule; et ces heures locales étant elles-mêmes contrôlées, corrigées par des observations de passages d'étoiles, leur différence, pour l'instant de chaque éclipse, donnait une valeur de la différence en longitude des deux stations.

Cette élégante méthode avait été préalablement étudiée avec beaucoup de soin; il importait en effet de déterminer l'équation personnelle des deux observateurs, équation provenant de deux sources distinctes, dans le cas actuel, puisqu'à l'erreur de l'observation ordinaire des passages d'étoiles s'ajoutait celle qui affecte nécessairement l'observation de phénomènes lumineux instantanés. L'étude préalable de cette dernière cause d'erreur avait été faite pendant les mois de juin et de juillet entre l'Observatoire de Paris et la tour de Montlhéry; elle avait montré que les deux observateurs différaient entre eux de 124 millièmes de seconde dans l'appréciation qu'ils faisaient de l'instant d'une éclipse au signal lumineux. Elle avait aussi conduit les observateurs à n'employer que les éclipses des signaux à l'exclusion des apparitions. On pouvait d'avance s'y attendre, car on devait se trouver là dans des circonstances analogues à celle de l'observation des satellites de Jupiter, avec cette différence toutefois que les apparitions et les disparitions étaient à peu près instantanées.

Du 5 octobre au 16 novembre, entre Tetica et M'Sabiha, cinquante étoiles observées chaque soirée, avec l'échange de six cent quarante signaux, ont permis d'achever, de la manière la plus heureuse, la jonction astronomique des deux continents. Ainsi se trouve formé l'immense polygone des longitudes qui embrasse désormais les triangulations de la France, de l'Espagne et de l'Algérie, ayant pour sommets Paris, Marseille, Alger, M'Sabiha, Tetica et Madrid (1).

En terminant cette étude, il ne sera pas inutile peut-être de présenter quelques considérations sur l'avenir qui s'ouvre devant la géodésie. On ne peut plus admettre aujourd'hui que la véritable figure de la terre coïncide en toutes ses parties avec celle de l'ellipsoïde de révolution qui lui est assignée par le calcul. Il existe en de certains points des déviations locales, ou, pour parler le langage de la géodésie actuelle, des *attractions locales* qui font que la surface du globe s'éloigne plus ou moins de cet ellipsoïde théorique. A cet égard nous citerons un seul fait, mais saisissant. Il y a quelques années, un ingénieur des constructions navales, M. de Bénazet, voulant connaître la déviation du pendule au Callao, dans l'Amérique australe, mais n'ayant point à sa disposition de chaînes de triangles reliant les deux versants des Andes, se vit obligé de calculer directement les attractions produites par le continent de l'Amérique du Sud. Il dut, pour cela, se procurer des renseignements approximatifs sur le relief et les densités du sol, sur les profondeurs de la mer, et trouva ainsi que la déviation de la verticale était de plusieurs minutes. Il fit plus, et c'est là ce qui nous intéresse particulièrement, car cette mesure d'une déviation du pendule n'est pas nouvelle. Il calcula les ordonnées du profil de la surface de la mer dans une direction perpendiculaire à la côte du Callao, et trouva que la mer s'abaisse progressivement, à partir de la côte, d'une quantité qui, à une certaine distance, devient constante, et atteint alors 137 mètres. Les données du calcul de M. de Bénazet sont évidemment incertaines; c'est une raison pour douter de la grandeur du phénomène, non de son existence. Il paraît donc possible que, dans le voisinage des côtes, les attractions des continents produisent de notables exhaussements de la surface du niveau

(1) Les différences de longitude, Paris-Marseille, Paris-Alger, Marseille-Alger, ont été déterminées en 1874 par MM. Lœvy, Perrier et Stephan.

des mers. S'il en est ainsi, comment peut-on aborder le problème de la *vraie figure de la terre?* Ici nous touchons à une solution qui a été proposée par M. Yvon-Villarceau.

Nous avons dit comment la comparaison des coordonnées astronomiques et des coordonnées géodésiques d'un même point du globe permet de vérifier l'hypothèse de la forme ellipsoïdale de la surface des mers. Mais cette comparaison ne résout point le problème de la figure du globe; elle fait connaître les effets des attractions locales sur les longitudes et les latitudes; il reste à savoir dans quelle mesure les altitudes en sont affectées.

Après avoir donné un premier théorème qui établit une relation entre les effets des attractions locales sur les longitudes et les azimuts, et qui dès lors est précieux pour la vérification d'une chaîne de triangles (1), M. Yvon-Villarceau propose de considérer l'ellipsoïde le mieux défini par les travaux géodésiques comme une surface de comparaison à laquelle on rapporterait les différents points de la vraie surface de niveau. Imaginons que les divers sommets d'un réseau aient été rattachés par un nivellement *géométrique,* à petites portées, étendu jusqu'au bord de la mer; on aura par là les cotes absolues de tous les sommets, c'est-à-dire leurs altitudes vraies au-dessus de la surface des mers prolongée, sans aucune hypothèse faite sur la figure du globe. Un nivellement *géodésique* à longues portées, effectué aux mêmes points, donnera leurs cotes rapportées à l'ellipsoïde théorique. La comparaison des deux nivellements permettra donc de tracer un profil de la surface de niveau; et si l'on conçoit une série de pareils profils dans de certaines directions, le problème de la figure de la terre sera résolu. Il est clair qu'à ces opérations de nivellement il faudra joindre des déterminations astronomiques de latitude et de longitude en des points aussi nombreux que possible. L'œuvre qui reste à accomplir dépasse de beaucoup en étendue ce qui a été déjà fait; elle exigera encore bien des années et coûtera beaucoup d'efforts aux astronomes et aux instituts géodésiques des deux mondes.

Ch. Trépied.

(1) Une application numérique de ce théorème a été faite sur le parallèle de Paris, et à la partie de la méridienne de France qui s'étend de Paris à Carcassonne.

HISTOIRE DES SCIENCES

Le corps de santé de la marine aux XVIIe et XVIIIe siècles.

Toute institution nouvelle répond à des nécessités sociales qui se font jour et s'affirment avec les progrès du temps. C'est ainsi que le service de santé à bord des navires avait été relativement inutile tant que les voiliers se bornaient à suivre un littoral connu, tant que les rivalités des peuples n'eurent pas à leur service les armes à longue portée.

Du jour où une révolution s'opéra dans l'ordre des faits économiques et des relations internationales par la découverte du nouveau monde, du jour où un État fortement centralisateur fit peser sa lourde et puissante main sur tous les services publics, de ce jour-là l'idée d'un service de santé nautique pénétra dans les esprits. Mais de la conception à la pratique il y avait loin. Comme il arrive à toute création nouvelle, on hésita, on discuta, on tâtonna beaucoup avant d'exécuter ce qui était devenu une nécessité urgente. Ce ne fut que lentement qu'on marcha dans la voie du progrès. Ainsi, vers le milieu du XVIe siècle, on imposa à tous les navires en partance un coffre à médicaments; mais, ainsi que cela se pratique encore sur nos navires de commerce, ce fut le capitaine du navire qui eut la clef du coffre. Libre à lui d'en disposer comme il l'entendait; aucun conseil ne le guidait. Il n'avait même pas entre les mains cette instruction laconique qu'on remet aujourd'hui au moindre caboteur en partance. Il est vrai qu'en ces temps de hautes luttes et de conquêtes lointaines, la vie humaine était d'un faible prix. Un homme mort, qu'était-ce dans cet accès de fièvre d'or et de richesses qui saisissait l'équipage tout entier pendant les voyages d'exploration?

Vers le milieu du XVIIe siècle, le problème entra sérieusement en voie de réalisation. Ce fut d'abord l'initiative privée des armateurs qui introduisit le médecin dans le personnel du bord. Y fut-il bien reçu? Non. L'équipage ne se rendit tout d'abord pas bien compte de la nécessité d'un officier qui ne prenait en aucune façon part aux difficultés de la vie du bord et jouissait d'une sorte de *farniente* au sein de l'activité générale. De leur côté, les officiers de l'état-major ne virent pas, sans jalousie, s'introduire parmi eux un intrus, jouissant de quelques privilèges. Ces privilèges, en rapport, je le veux bien, avec la valeur très contestable des premiers officiers de santé, étaient rares, hélas! si rares même, qu'à plusieurs reprises, l'intendant de la navigation dut intervenir pour faire respecter les clauses de l'engagement contracté entre le médecin et l'armateur ou le capitaine du navire (1).

Le premier document officiel que j'ai trouvé, s'occupant du corps de santé de la marine, est daté de 1673. Le roi était alors en Lorraine. Ce règlement, que nous pouvons appeler règlement *de Nancy,* s'occupe des estropiés de la guerre et des hôpitaux de la marine. On y trouve l'origine de cette caisse des Invalides qui alimente aujourd'hui l'assistance maritime. L'un de ses articles, en effet, prescrit qu'il soit retranché six deniers par livre sur les appointements et solde de tous les officiers généraux de marine, officiers particuliers des vaisseaux et personnel des équipages.

De plus, dans ce règlement, Louis XIV ordonne la fondation de deux hôpitaux généraux : l'un, celui de Rochefort, pour l'ouest; l'autre, celui de Toulon, pour l'est. Cette fondation ne reçut exécution, pour Rochefort, que le 9 juin 1788 (2), et, pour Toulon, que le 15 janvier 1705 (3).

(1) Voir, entre autres, les instructions du commandeur de La Porte.

(2) De 1680 à 1788, les malades furent reçus dans l'hôpital de la porte de Charente, tout à fait insuffisant et situé dans une position très insalubre.

(3) Sous la vieille monarchie, on n'y allait pas de main morte envers

En réalité, il nous faut arriver à 1689 pour voir les attributions du corps de santé de la marine se caractériser nettement. Cette date est une véritable révolution pour le corps de santé et elle a une portée très générale; aussi allons-nous en retenir quelques points.

On peut diviser l'histoire du corps de santé de la marine au XVII[e] et au XVIII[e] siècle, en deux périodes :

L'une qui va de 1689 à 1789;

L'autre de 1789 à 1800, subissant l'influence de la Révolution française et de la réaction qui la suit.

Nous allons analyser successivement les documents qui ont rapport à ces deux périodes.

I.

PÉRIODE 1689-1789.

A dater de 1689, le médecin de la marine n'est plus un paria bon à tout faire, venant on ne sait d'où, pour aller où il ne sait lui-même, sans initiative personnelle, sans attributions définies. L'ordonnance du 15 avril 1689 règle que les chirurgiens de navire devront passer un examen devant le médecin et le chirurgien de chaque port avant de recevoir une destination sur les navires de l'État. Ce médecin et ce chirurgien-major qui avaient alors un grade élevé, sans relation exacte avec le même titre de notre époque actuelle, avaient aussi droit d'examen sur les médecins embarqués à bord des navires de commerce; mais ici, pendant bien des années, il y eut contrebande, et les capitaines, visant surtout l'économie, emportèrent des médecins au rabais, qui n'avaient subi aucun examen probatoire.

C'est autour de cette ordonnance de 1689 que pivoteront désormais toutes les réformes auxquelles sera soumis pendant les siècles suivants le corps de santé de la marine.

On y trouve sous autant de titres distincts les règles administratives concernant les hôpitaux des trois grands ports, les devoirs prescrits au médecin entretenu dans le port, au chirurgien-major du port et à l'apothicaire entretenu, le tarif de la solde (1). Cette ordonnance de 1689 est assez connue pour que je n'y insiste pas : mais je crois devoir retenir une disposition qui est inscrite au livre XX, sous le titre premier, parce qu'elle a un intérêt d'actualité. Elle est relative à l'établissement d'un vaisseau-hôpital par division de dix vaisseaux.

J'ai retrouvé justement dans les archives de l'hôpital maritime de Brest un mémoire déjà ancien et unique en son genre, car il n'en existe qu'un seul exemplaire, écrit tout entier de la main de M. Keraudren. L'ancien directeur du service de santé examine dans cet écrit les avantages et les inconvénients relatifs à l'institution d'un vaisseau-hôpital. Il est intéressant de constater comme les mêmes questions reviennent toujours de temps à autre, amenées par des situations nouvelles.

Cette création d'un vaisseau-hôpital a été reprise ces derniers temps pour nos navires cuirassés et il semble vraiment qu'on ait un peu oublié les considérations excellentes de M. Keraudren. Ces considérations, je les résume à cause de l'actualité du sujet.

Les avantages d'un vaisseau-hôpital, les voici :

1° Possibilité de recueillir et d'isoler, comme dans un lazaret, les maladies contagieuses qui, en se répandant successivement dans tous les équipages des navires, pourraient faire avorter une expédition;

2° Possibilité de réunir à bord d'un navire approprié toutes les conditions hygiéniques réclamées par la science moderne ;

3° Simplification du service.

Mais, que d'inconvénients !

D'abord, le vaisseau-hôpital étant beaucoup plus long à équiper, les autres navires de l'escadre partent pour leur destination sans l'attendre. Aujourd'hui que le *si vis pacem para bellum* est devenu une réalité, cette considération n'a plus de raison d'être; car on n'aurait qu'à mettre en catégorie de réserve un navire-hôpital dont l'armement serait complété en cas de besoin.

Vient une autre considération qui montre à quel point, à cette époque déjà lointaine, on prisait peu les questions humanitaires qui sont l'honneur de notre siècle. *Il répugne de destiner à un pareil usage un vaisseau en état de combattre et il faut convenir qu'un mauvais bâtiment est plus embarrassant qu'utile.*

Les raisons suivantes sont beaucoup plus plausibles : « Un vaisseau-hôpital tombe souvent au pouvoir de l'ennemi dans un jour de bataille, et, pour le conserver, il faut quelquefois compromettre le salut de l'escadre. Au reste, lorsqu'on est en mer, il n'est pas toujours facile de communiquer avec le vaisseau-hôpital et d'y faire passer les malades et les blessés. Enfin, si l'escadre a peu de malades ou de blessés, le vaisseau est inutile. S'il y en a beaucoup, il est insuffisant. »

J'ai tenu à reproduire ces raisons parce qu'elles subsistent aujourd'hui avec toute leur valeur, renforcées même par la portée actuelle de l'artillerie et par a distance que sont obligés de garder entre leurs lignes des vaisseaux à rapide évolution.

les jésuites. Malgré l'opposition du clergé et de l'autorité municipale, le ministre de Boynes n'hésita pas à transformer la maison des jésuites de la rue Royale en hôpital. On peut voir encore sur le fronton de l'édifice les emblèmes de l'ordre.

(1) Il est curieux de comparer le tarif de la solde à cette époque avec le tarif actuel.

Sur les vaisseaux de premier rang :

Au chirurgien-major.	75	livres par mois.
Au deuxième chirurgien . . .	30	—
A l'apothicaire.	24	—
A chaque aide.	18	—

Sur les vaisseaux de deuxième rang :

Au chirurgien-major.	60	livres par mois.
Au deuxième chirurgien . . .	24	—
A l'apothicaire.	18	—
A chaque aide.	15	—

Sur les frégates : au chirurgien. . . .	40	—
Sur les corvettes : au chirurgien . . .	40 à 24	—

Nous avons laissé tout à l'heure le corps de santé en face de l'ordonnance de 1689. Pendant la première moitié du XVIIIe siècle, il continue à se développer. De temps en temps, quand le besoin s'en faisait sentir, on étendait les cadres; puis, les événements ou les circonstances se modifiant, on revenait à l'ancien ordre de choses, de sorte que le corps marchait d'oscillations en oscillations.

Pour l'instruction des élèves, aucun effort n'était fait dans les régions officielles. C'était l'initiative privée, cette initiative qu'on refuse toujours à notre race, qui faisait tout à cette époque.

Je rencontre en ce moment sous ma plume le nom d'un homme pour lequel je ressens une profonde admiration, après avoir pris connaissance de ses travaux. Je m'étonne vraiment que le corps de santé de la marine ne lui ait pas encore élevé une statue. Cet homme éminent fut M. Cochon-Dupuy.

Ce que j'admire le plus dans le caractère de ce grand organisateur, ce n'est pas seulement la science consommée, la fertilité d'invention, la largeur d'observation ; c'est surtout la noblesse du caractère, le calme dans la décision, le sang-froid dans l'échec, jamais ne murmurant, ne se rebutant d'un refus, mais trouvant en lui-même de nouvelles ressources pour vaincre les difficultés et dépasser les résistances du pouvoir.

C'est ainsi qu'en 1715, se basant sur la médiocrité des médecins du pays qu'on avait embarqués sans examen, contrairement à l'ordonnance de 1689, il demandait, dans un rapport au ministre, la création d'une École de médecine et de chirurgie. Refus assez sec du ministre.

L'année suivante, il revint à la charge en demandant au conseil de la marine de faire instruire dans l'hôpital de Rochefort, aux frais du roi, un certain nombre de jeunes gens qui devaient être appelés à la mer par leur vocation.

Le conseil refusa; mais son refus fut un peu tempéré cette fois par la création de quatre places d'élèves chirurgiens qui, instruits dans l'hôpital, devaient servir comme aides sur les vaisseaux du roi, à la solde de 15 livres par mois.

En 1720, M. Dupuy obtint une audience du comte de Toulouse, grand amiral et chef du conseil de la marine, et le supplia de faire droit à sa demande dans une mesure plus large, lui représentant tous les efforts qu'il faisait, par l'enseignement libre qu'il distribuait, pour créer un personnel dévoué et à la hauteur de sa mission. Convaincu, le ministre accorda les fonds nécessaires à la création d'une École d'anatomie et de chirurgie. Dans les premiers jours de l'année 1722, les bâtiments étaient terminés et l'enseignement officiel commençait. Un grand pas était fait dans la voie du progrès intellectuel des Écoles de médecine navale.

Le port de Toulon essaya bientôt de suivre le port de Rochefort dans la voie où il était entré : mais, tant valent les hommes, tant valent les institutions. A Rochefort, l'École de chirurgie prospéra rapidement, grâce au zèle et à l'activité intelligente de M. Cochon-Dupuy. A Toulon, elle ne réussit pas par suite de la mauvaise volonté du premier médecin Boyer. Ce ne fut qu'en 1754 qu'un centre d'enseignement chirurgical et anatomique fut constitué à Toulon sous la direction du chirurgien-major Boucot.

En ce qui concerne le port de Brest, ce ne fut qu'en 1731 que M. de Maurepas parla d'y créer une École à l'instar de celle de Rochefort; mais des difficultés administratives de toute sorte s'étant élevées au sujet de son emplacement, ce ne fut qu'en 1739 qu'elle commença à fonctionner.

Brest eut la chance de rencontrer à cette époque, comme Rochefort quelques années auparavant, un homme entièrement dévoué à ses intérêts. M. de Courcelle avait été à deux reprises directeur de l'École de chirurgie du port quand, en 1752, il fut promu au grade de premier médecin qui faisait de lui la première autorité médicale du port. Tout marcha bien jusqu'en 1758 ; mais, à cette date qui est restée célèbre dans les annales de la ville de Brest, une épidémie de typhus apportée par l'escadre de l'amiral Lamothe fit périr un grand nombre de membres du corps médical (1), puis la guerre fut déclarée. On embarqua les seconds, aides et élèves chirurgiens sur les vaisseaux royaux et la désorganisation de l'École fut aussi complète que possible.

C'est ce moment que le ministre Berryer choisit pour changer la forme de l'École. Le nombre des chirurgiens fut réduit à 24 (2) au lieu de 32 fixés par le règlement de 1740.

Dans les situations critiques comme celle-ci, on reconnaît vite les âmes bien trempées et les natures de ressources que les difficultés excitent au lieu d'abattre. En fouillant les archives du port de Brest, j'ai trouvé un mémoire très curieux de l'époque. Il est écrit tout entier de la main de M. de Courcelle, et daté de 1763 (3). Ce mémoire est des plus remarquables. C'est une merveille de style administratif, clair et méthodique dans la forme, inexorablement logique dans le fond et appuyé d'un raisonnement serré qui lie toutes les idées les unes aux autres. Bien que ses conclusions ne furent pas adoptées à cette époque, elles furent pour les organisateurs de l'avenir une tête de chapitre qu'ils n'eurent qu'à développer.

Quand M. de Courcelle mourut en 1775, l'École d'anatomie et de chirurgie de Brest était complètement relevée et donnait les résultats les plus satisfaisants.

En présence des trois Écoles d'anatomie que nous venons de voir se développer, on sentit bientôt la nécessité d'élaborer une organisation qui les englobât dans le même règlement. C'est de 1768 que date ce règlement.

Mon but étant ici de faire à grands traits l'histoire du corps de santé de la marine, je ne reproduis pas ce règlement qui contient neuf chapitres; mais je ne puis m'empêcher de retenir ce titre si riche d'avenir, relatif à l'institution du concours et à la réglementation de l'avancement ; et cet autre, qu'on devrait bien reprendre aujourd'hui dans nos Écoles de médecine navale, qui accordait une médaille d'or à celui des

(1) Consulter à ce sujet un travail très intéressant de M. Dupuis, docteur ès lettres, sur l'épidémie de 1758.

(2) Savoir : 12 seconds payés à 40 francs par mois, et 12 aides payés à 30 francs, sans ration ni logement à l'hôpital d'où ils furent renvoyés brutalement.

(3) Archives de l'hôpital maritime.

élèves en médecine qui, s'étant le plus distingué dans le concours, était désigné pour remplir la première place d'aide (1) vacante et une autre de bronze à celui des externes qui aurait remporté la première place d'élève.

Avant d'arriver à la période de la Révolution française, j'arrête au passage le règlement de 1786 signé du maréchal de Castries. Jusqu'ici, on ne s'était guère occupé que des officiers ; mais les principes humanitaires et philanthropiques des grands philosophes du XVIIIe siècle commencent à s'infiltrer jusque dans les bureaux du ministère de la guerre. On sent que la Révolution approche. C'est du moins de cette façon que je crois pouvoir expliquer la sollicitude toute nouvelle de cette ordonnance pour les gens inférieurs.

On organise à bord un service d'infirmiers qui manquait complètement jusqu'alors (2) ; mais, où réside surtout le progrès, c'est dans la constitution d'un code hygiénique qui nous paraît d'institution très simple à notre époque, mais qui n'en était pas moins alors un très grand progrès. Ce code renferme des recommandations très bien comprises sur l'organisation d'un service de blanchisseurs, sur le lessivage des effets des matelots, sur l'utilité de recueillir les eaux pluviales pour servir à cet objet et économiser l'eau potable. Ordre exprès de détacher un certain nombre de matelots pour frotter avec des bouchons d'étoupes les parties intérieures du navire, afin d'en détacher l'humidité occasionnée par les émanations des hommes et des animaux. On voit qu'à cette époque on avait déjà la notion instinctive de microphytes et de microbes pouvant adhérer aux parois des habitations et *a fortiori* au calfatage de vaisseaux dans lesquels l'air ne circulait pas et ne se renouvelait pas facilement.

C'est aussi de cette époque que date ce qu'on pourrait appeler la première convention de Genève. Par une convention datée du 7 octobre 1780, la France et l'Angleterre stipulèrent que les médecins et chirurgiens ne seraient plus désormais retenus prisonniers de guerre. En outre, ces deux puissances ratifièrent la clause du traité de 1759 qui avait trait à la sauvegarde des hôpitaux.

II.

PÉRIODE DE LA RÉVOLUTION FRANÇAISE.

La Révolution française apporta au corps de santé de la marine son contingent de bienfaits et d'améliorations. Par ce temps de fièvre de réformes qui saisissait alors tous les esprits, bien des projets en suspens depuis nombre d'années aboutirent comme par enchantement. Entre mille faits semblables se répétant dans tous les ordres de choses sur toute la surface du pays, on saisit ici par le menu l'immense effort qui fut fait pour s'élever au progrès. Tout ce qui, dans les circonstances ordinaires, avait semblé difficile et même impossible se fit alors, tant la bonne volonté était générale, tant les énergies étaient vivaces. On pardonne beaucoup aux crimes commis, quand on les replace dans leur milieu et quand on mesure la grandeur du résultat obtenu. Ce fut vraiment une époque de géants. Tous les caractères se refaisaient et se retrempaient. On prenait l'habitude du dévouement, comme nous nous prenons celle de l'égoïsme. On trouvait tout naturel le désintéressement là où, nous autres, nous cherchons notre intérêt.

Et qu'on ne vienne pas nous dire que ce sont là des phrases pompeuses, inventées à plaisir pour jeter quelques fleurs sur notre sujet et pour encenser une époque qu'il est de mode aujourd'hui de décrier entre gens de bon ton et de fine éducation. Les preuves de ce que j'avance là, ce sont toutes ces misères de l'époque supportées par le corps de santé avec une vaillance et une bonne humeur dont je pourrais citer maints exemples. Qu'on juge si la misère était grande à cette époque.

On ne payait plus qu'en assignats, et quels assignats ! Il était impossible de se vêtir. Réclamation des officiers de santé. Arrêté du 1er fructidor an III ordonnant la sortie des magasins de l'État d'habillements complets destinés aux officiers de santé. Comment se nourrir ? Pétition des mêmes officiers de santé. Arrêté du 8 prairial an IV leur accordant des rations de pain et de viande. Ce ne fut que le 25 floréal de l'an V que cette situation anormale cessa et que les appointements des officiers de santé recommencèrent à être payés en numéraire.

On a beaucoup reproché aux médecins de la marine l'agitation réformiste qui s'empara d'eux à cette époque ; mais cette agitation ne fut que le reflet des aspirations ardentes qui couvaient depuis longtemps. C'était la traduction toute naturelle de la situation fausse dans laquelle un fouillis d'ordonnances et de décrets avait emprisonné le corps de santé de la marine.

L'un des grands mérites de la Révolution française est d'avoir fait cesser cette rivalité entre médecins et chirurgiens qui, dans la médecine navale, avait pris des proportions homériques et nuisait sans cesse au bien du service (1).

Depuis l'ouverture du Collège de chirurgie fondé à Toulon, en 1754, sous l'impulsion du chirurgien-major Boucot, les chirurgiens n'avaient cessé de s'agiter pour faire reconnaître leurs droits, et se débarrasser de la tutelle étroite et jalouse des médecins ; mais, à chaque démarche, ils retombaient lourdement à terre, écrasés par l'omnipotence médicale.

---

(1) Titre correspondant aujourd'hui à celui d'aide-médecin ou de chirurgien de troisième classe.

(2) On se contentait en effet d'utiliser, au grand détriment des pauvres malades, les hommes de l'équipage qui étaient devenus impotents pour une raison ou pour une autre. Dans les ports, on se servait des forçats.

(1) On sait que ce préjugé relatif à la supériorité de la médecine sur la chirurgie était générale aux XVIe, XVIIe et XVIIIe siècles. On se rappelle les spirituelles boutades de Guy-Patin, qui regardait *les médecins comme les chefs intelligents, les chirurgiens comme leurs manœuvres.*

Et ce passage non moins caractéristique de Richerand : *Tandis que la médecine honorée jouissait avec orgueil du privilège des universités, la chirurgie, repoussée de leur sein et dépouillée de sa dignité primitive, marchait humblement, confondue avec les professions mécaniques, sous la bannière des communautés.*

La juxtaposition de deux centres d'enseignement, l'un chirurgical, tel qu'il existait depuis le commencement du XVIIIe siècle; l'autre médical, tel qu'il avait été constitué à Brest en 1783, acheva de tendre les rapports entre les médecins et les chirurgiens.

Quand on a pris connaissance de cette guerre acharnée, on ne peut s'empêcher de garder toute sa sympathie pour les chirurgiens. Sans doute, les médecins ayant reçu le vernis des Facultés, obligés de prendre le titre de docteurs, avaient une instruction générale et une teinture littéraire que n'avaient pas les chirurgiens; mais ils étaient d'une valeur pratique bien inférieure à ces derniers. Au demeurant, était-ce une raison pour les accabler d'un mépris outrecuidant, pour leur refuser à terre les droits qu'ils avaient à bord, pour les empêcher de prendre les grades universitaires qui les eussent anoblis? Personne dans les ports ne se méprenait sur la valeur de cette querelle. Dans cette guerre de bons mots et d'épigrammes que se faisaient les deux branches du corps de santé, les rieurs étaient toujours du côté des chirurgiens. La réforme était donc mûre quand furent envoyés à l'Assemblée constituante les fameux cahiers qui montrèrent à quel degré d'esprit politique était arrivé le tiers état. Parmi ces cahiers, le port de Brest en possède un qui porte pour titre : *Cahier commun des doléances et représentations des différents corps, communautés et corporations composant le tiers état de la ville de Brest, adressé à l'Assemblée nationale le* 7 *avril* 1789.

Les revendications que formulaient les chirurgiens dans ce cahier étaient des plus justes et des plus modérées. Cependant la réforme tardant à venir, les chirurgiens du port de Brest signèrent un mémoire intitulé : *Principes de réclamation pour les chirurgiens de la marine.* En tête était cette épigraphe extraite des *Droits de l'Homme: Les distinctions sociales doivent être fondées sur leur utilité commune.* Comme on peut le penser, les médecins des ports, sentant l'orage gronder au-dessus de leur tête, ne restaient pas inactifs. M. Élie de La Poterie, premier médecin à Brest, fut chargé de réfuter le mémoire des chirurgiens. Rien de plus ridicule que ce mémoire (1). La passion y parle si haut qu'on se prend à plaindre un corps réduit à des arguments aussi misérables. On peut dire que ce fut le coup de grâce des privilèges médicaux. Par un décret du 26 janvier 1793, la Convention donna aux chirurgiens l'autonomie qu'ils réclamaient. Il ne restait plus à obtenir que quelques réformes de détails. Le temps en vint à bout.

On a reproché à la Révolution française d'avoir exercé une véritable persécution sur les sœurs hospitalières de la marine. On sait quel abus on fait aujourd'hui de ce mot de persécution. Personne ne s'y méprend à notre époque, parce que, vivant avec les événements eux-mêmes, nous avons en main tous les éléments d'appréciation et de jugement; mais, pour ce qui concerne le passé, la plupart aiment mieux s'en rapporter aux assertions de quelques érudits, dussent ces assertions être incomplètes, exagérées, ou de nulle valeur.

En réalité, avant la Révolution, les sœurs hospitalières exerçaient sur les hôpitaux une autorité tyrannique qui nuisait au bien du service et empiétait à chaque instant sur les attributions des médecins et pharmaciens. Le règlement de l'an IV ne fit que les ramener à leur mission qui est de soigner et de consoler les malades. Après avoir lu avec beaucoup d'attention ce règlement relatif au port de Brest (1), je n'y vois rien que de très conforme aux relations qui doivent exister entre laïques et religieux. C'est sur ce règlement que nous vivons aujourd'hui, et personne n'a lieu de s'en plaindre.

Je conseille à ceux qui seraient tentés de regretter l'administration des sœurs de lire un rapport qui fut adressé au roi par le conseil de santé de Brest en 1780 (2). Ce document jette une vive lumière sur les abus exorbitants auxquels donnait lieu le système de l'entreprise qui avait succédé à celui de la régie. Ainsi les filles de la Charité, d'après le cahier des adjudications (3), devaient fournir les viandes nécessaires à la consommation de l'hôpital; mais elles ne se faisaient aucun scrupule de tromper sur le poids. Les vêtements, elles les refusaient aux malades, de sorte qu'ils se voyaient forcés de rester dans leurs lits et de prolonger leurs maladies. D'après le cahier des charges que j'ai consulté, elles étaient obligées de fournir les infirmiers à raison de 1 pour 11 blessés et de 1 pour 20 malades ordinaires; mais, pour éluder cette clause, elles jouaient une petite comédie quand l'ordonnateur faisait l'appel. Averties d'avance, elles complétaient le nombre prescrit en faisant habiller à la hâte d'autres domestiques qu'elles présentaient comme infirmiers.

Il y a dans ce rapport un tableau navrant de ce qu'était un hôpital de la marine à cette époque : « Quand on entre dans les salles on n'y voit ni sœurs, ni infirmiers. On entend les gémissements des malades qui prient les passants de leur faire donner de la tisane ou du bouillon. On en voit obligés de se salir dans leurs lits, faute de bras pour les aider à se lever, d'autres à l'extrémité qui n'ont personne autour d'eux pour leur donner les derniers secours : les malades y meurent de besoin..... La charité, les bras, les soins manquent, les malades pourrissent dans leurs lits; la maladie prend un mauvais caractère, et ils périssent. »

Voilà à quels abus remédia l'arrêté du 1er messidor an VIII (4). Il définit les conditions de l'entreprise des hôpitaux maritimes, interdit toute soumission aux sœurs et établit avec insistance que l'adjudication sera dans tous les cas confiée à un entrepreneur civil (5).

(1) On y trouve entre autres ce passage bien étrange pour nous autres médecins du XIXe siècle, qui avons placé la chirurgie à une si grande hauteur : « Un intervalle immense sépare l'exercice de la médecine de celui de la chirurgie, et aucun pouvoir raisonnable ne pourrait réunir deux sciences dont le but est diamétralement opposé. La chirurgie ne sait que détruire, la médecine ne sait que conserver, reproduire, régénérer. »

(1) Archives de l'hôpital maritime.

(2) Manuscrit, *loc. cit.*

(3) Extrait d'un marché pour l'hôpital de Brest de 1769-1777, *loc. cit.*

(4) Le titre II du règlement du 19 pluviôse an VI avait déjà effleuré la matière.

(5) Archives, *loc. cit.*

Sans vouloir examiner tous les reproches plus ou moins secondaires qu'on a voulu faire aux relations du corps de santé de la marine avec la Révolution française, il y en a un particulièrement faux : c'est celui qui accuse la Convention d'avoir aboli le concours. Pour se convaincre de l'inexactitude du fait, on n'a qu'à se reporter à la discussion qui eut lieu à la Convention, le 26 janvier 1793 (1). Un membre se leva et demanda que les places de médecins et de chirurgiens-majors de la marine ne fussent données désormais qu'au concours. Cette proposition fut adoptée à l'unanimité et convertie aussitôt en décret.

C'est pendant cette mémorable époque que les jalons d'une nouvelle réorganisation commencèrent à être posés par l'enquête la plus large et la plus impartiale qui ait jamais existé (2). Si la Convention n'eût pas eu sur les bras une lutte de géants à soutenir, elle eût certainement achevé la grande œuvre qu'elle avait préparée par la voie de ses grandes commissions parlementaires.

III.

J'arrête là l'histoire du corps de santé au XVIIIe siècle. La période subséquente est assez connue et assez bien élucidée pour qu'il n'y ait pas lieu d'y insister (3).

La révolution thermidorienne amena, comme tous les changements de systèmes politiques, son cortège de réactions et d'injustices. Le corps de santé de la marine fut l'objet d'une véritable loi des suspects. Tous ceux qui, à un titre quelconque, avaient eu une attitude réservée pendant la Terreur qu'en réalité ils subissaient en silence, furent cruellement frappés de déchéance. Il y eut à ce moment un échange très vif de dépêches entre les comités de salubrité des ports qui soutenaient les droits des médecins frappés et le conseil de santé des armées qui défendait les conclusions de sa commission de classement. Il règne dans toute cette correspondance un caractère d'aigreur qui montre combien il était maladroit et inique de subordonner le corps de santé de la marine à un conseil supérieur dans lequel ne siégeait qu'un membre du corps spécial (4). Aussi le 5 thermidor an V, la fusion des deux services cessa-t-elle. Toutes les sections du service de santé furent réunies au ministère de la marine sous la même main, et cette main fut celle du citoyen Coulomb qui avait déjà tant fait pour son corps. Il prit pour la première fois le titre d'inspecteur général du service de santé de la marine et des colonies.

D^r Th. Caradec fils.

(1) *Moniteur officiel*. Consulter aussi titre IV du registre des arrêtés du Comité de salut public.

(2) Registre des procès-verbaux des séances du comité de salubrité du port de Brest.

(3) Consulter, entre autres, l'ouvrage si consciencieux de M. A. Lefèvre, relatif surtout au port de Rochefort, et l'œuvre magistrale de M. Jules Rochard, actuellement inspecteur général du service de santé.

(4) Ce membre fut, au début, le citoyen Sabathier, second médecin du port de Brest.

MINÉRALOGIE

Le groupe des feldspaths.

Tout le monde sait que le granite se compose essentiellement de trois éléments : le feldspath, le quartz et le mica, faciles à distinguer par leurs propriétés physiques. Le feldspath ne se rencontre pas seulement dans le granite ; la grande majorité des roches éruptives, ainsi qu'un certain nombre de roches sédimentaires, en renferment, et Cordier a évalué à 48 pour 100 la proportion de ce minéral qui entre dans la constitution de l'écorce terrestre.

Haüy, le fondateur de la minéralogie, voyait dans le feldspath un type unique. Il est reconnu aujourd'hui que cette dénomination comprend en réalité une série d'espèces de nature, d'origine et de propriétés différentes, douées néanmoins d'un air de famille qu'il est impossible de méconnaître. Toutes sont fusibles à une température élevée; leur densité et leur dureté sont voisines de celles du quartz; leur coloration est nulle ou très faible; leur mode de cristallisation est analogue; l'existence d'un ou deux clivages leur donne un aspect lamelleux ; enfin, leurs cristaux ont la même tendance à s'assembler en formant des macles nombreuses.

Au point de vue chimique, les feldspaths sont des silicates alumineux renfermant un protoxyde alcalin ou alcalino-terreux. Les protoxydes métalliques font entièrement défaut, ce qui explique l'absence de coloration. L'équivalent de l'alumine est toujours égal à la somme des équivalents de protoxydes ou, si l'on veut, pour éviter toute ambiguïté, l'oxygène de l'alumine est le triple de l'oxygène des protoxydes; les espèces diffèrent seulement par la proportion de silice. Dans leur traité, récemment paru, de *Minéralogie micrographique* (1), MM. Fouqué et Michel Lévy donnent le tableau suivant des feldspaths actuellement connus :

FELDSPATHS.	DENSITÉ.	NOMBRE d'équivalents d'oxygène.			NATURE DU PROTOXYDE.		
		Protoxyde.	Sesquioxyde.	Silice.	Potasse.	Soude.	Chaux.
Orthose....	2,53 à 2,59	1	3	12	Dominante	Accessoire	»
Microcline.	2,54 à 2,58	1	3	12	Id.	Id.	»
Albite.....	2,54 à 2,64	1	3	12	Traces	Dominante	»
Oligoclase.	2,63 à 2,73	1	3	9	Id.	5/8	3/8
Labrador..	2,68 à 2,76	1	3	6	Id.	1/4	3/4
Anorthite..	2,69 à 2,75	1	3	4	Id.	»	Dominante
Amphigène.	2,45 à 2,50	1	3	8	Dominante	»	»
Néphéline..	2,58 à 2,64	1	3	4	»	Dominante	»

(1) Cet ouvrage fait partie des *Mémoires pour servir à l'explication de la carte géologique détaillée de la France*.

L'amphigène et la néphéline occupent dans ce tableau une place à part, parce que leurs propriétés cristallographiques les séparent nettement des feldspaths proprement dits. Tandis que ceux-ci cristallisent en formes dérivées du prisme à base losange, les cristaux d'amphigène dérivent du cube (1) et ceux de la néphéline du prisme hexagonal.

Les nombreuses analogies des feldspaths ont conduit depuis longtemps certains minéralogistes à penser que le nombre des espèces admises était trop considérable. En mettant à part l'orthose, qui se distingue par sa teneur en potasse et par ce fait que ses formes cristallines se rattachent à un prisme possédant un plande symétrie, tandis que, pour les autres feldspaths, appelés *feldspaths tricliniques,* elles se rattachent à un prisme sans plan de symétrie ; en laissant également de côté le microcline, qui ne diffère de l'orthose que par une légère différence de cristallisation, il était possible que les feldspaths restants résultassent du simple mélange de deux espèces bien définies. On s'expliquait ainsi l'existence, constatée dans certains cas, de rapports tels que 1 : 3 : 5; 1 : 3 : 7; 1 : 3 : 8; 1 : 3 : 11 qui ne figurent pas dans le tableau précédent, et même de rapports fractionnaires : 1 : 3 : 6 1/2; 1 : 3 : 7 1/2, etc.; car ces rapports pouvaient être dus à des mélanges plus complexes des espèces constituantes. Mais une objection évidente se présente ici à l'esprit. L'essence des mélanges est de se faire suivant des proportions quelconques : comment donc comprendre la constance et la simplicité des types réalisés de préférence par la nature ? Ne voyons-nous pas les substances isomorphes contribuer à la formation d'un même cristal dans un rapport variable à volonté ? Répondre, comme l'a fait von Rath, qu'il ne s'agit pas ici d'isomorphisme, c'est déplacer la difficulté sans la résoudre. Car les associations, en proportions définies, de deux feldspaths, ne peuvent servir à interpréter les nombreuses analyses qui ont été faites, à moins que l'on n'admette une variabilité de proportion qui détruirait l'idée même de proportions définies ; et néanmoins la prédominance de certains types très simples est un fait incontestable.

L'argument le plus important en faveur de l'hypothèse que nous exposons a été donné par Tschermak. Ce savant a fait voir qu'en mélangeant l'albite (feldspath sodique) avec l'anorthite (feldspath calcique), on peut reproduire exactement la composition de l'oligoclase, du labrador et des feldspaths plus complexes, c'est-à-dire qu'on obtient non seulement la teneur en silice, mais encore la teneur en soude et en chaux des produits naturels.

Dans le courant de ses belles études sur Santorin, M. Fouqué a été conduit à reprendre la délicate question de la spécification des feldspaths (2). Ses analyses ont démontré que la matière feldspathique en grands cristaux des filons de Théra satisfait sensiblement à la loi de Tschermak, et qu'elle se comporte constamment comme une association d'albite et d'anorthite. Mais en même temps, M. Fouqué a reconnu, par l'examen microscopique, que le labrador et l'oligoclase possèdent une individualité certaine ; dans le cas des mélanges de labrador et d'anorthite, il est parvenu à isoler le labrador en utilisant sa résistance relative à l'acide chlorhydrique chaud. Aujourd'hui, toute difficulté a disparu et il ne reste plus qu'à retenir les conclusions suivantes de M. Fouqué :

« 1° Le labrador est une espèce minéralogique bien déterminée ;

« 2° Il n'y a point de feldspath triclinique intermédiaire entre l'anorthite et le labrador ;

« 3° Les feldspaths tricliniques qui semblent intermédiaires entre l'anorthite et le labrador sont des mélanges physiques d'anorthite avec du labrador et d'autres feldspaths tricliniques plus riches en silice.

« 4° Les feldspaths tricliniques dont la composition correspond à des rapports compris entre 1 : 3 : 6 et 1 : 3 : 7 sont des mélanges physiques de labrador avec des feldspaths tricliniques ou monocliniques plus riches en silice ;

« 5° La loi de Tschermak est vraie dans la pratique, mais son exactitude s'explique dans notre cas par diverses causes : 1° par le mélange physique des divers feldspaths ; 2° par la présence dans les cristaux analysés d'inclusions cristallines ou amorphes qui possèdent sensiblement la composition de feldspaths plus riches en silice que le minéral qui les renferme ; 3° par la fréquence, autour de certains cristaux de feldspath, de dépôts de tridymite (*quartz cristallisé en lamelles hexagonales*), lesquels augmentent la richesse en silice des feldspaths analysés, sans changer les rapports qui existent entre l'oxygène de l'alumine et celui des bases monoxydes. »

Des conclusions analogues sont applicables à l'oligoclase. — En résumé, le labrador et l'oligoclase sont les seuls termes qu'on doive conserver entre l'albite et l'anorthite, dont ils paraissent provenir par voie de groupement moléculaire et sans que ceci implique l'isomorphisme des principes constituants. Les autres termes dont on avait cru reconnaître l'existence sont des mélanges mécaniques des précédents.

La présence d'un ou de plusieurs feldspaths dans la plupart des roches éruptives assigne à ces minéraux, au point de vue de la pétrographie, un rôle de premier ordre dont doit tenir compte toute classification naturelle des roches. C'est ce qu'a bien compris, en Allemagne, l'éminent minéralogiste Rosenbusch, car sa classification repose en grande partie sur la détermination des éléments feldspathiques. Après les perfectionnements introduits par MM. Fouqué et Michel Lévy (*Minéralogie micrographique*), cette classification laisse bien peu de chose à désirer ; mais, pour qu'elle soit définitivement admise, il est nécessaire que les observations microscopiques, sans lesquelles elle est inapplicable, deviennent familières à tous les géologues. Ne pouvant exposer ici les méthodes ingénieuses qui permettent de reconnaître, dans une roche taillée en plaque mince, la nature des divers feldspaths, nous nous bornerons à résumer, d'après MM. Fouqué

(1) Il est établi aujourd'hui que la forme primitive de l'amphigène n'est pas rigoureusement un cube, mais bien un prisme très peu différent du cube. D'après von Rath, ce prisme est un prisme droit à base carrée ; d'après M. Mallard, qui a étudié la question avec beaucoup de soin, c'est un prisme monoclinique, comme pour l'orthose.

(2) Mémoires des savants étrangers, tome XXVI : *Recherches minéralogiques et géologiques sur les laves des dykes de Théra.*

et Michel Lévy, les résultats acquis aujourd'hui touchant leur mode de répartition.

Le microscope enseigne que la consolidation des roches cristallines ne s'est pas effectuée d'un seul coup. Pendant une longue période de repos se sont développés des cristaux de grande dimension, appelés *cristaux anciens*, qui, au moment de l'éruption, ont été entraînés avec le magma ambiant. Les altérations mécaniques et chimiques de ces premiers cristaux attestent la violence des actions auxquelles ils ont été soumis. La solidification du magma a donné naissance à de nouveaux cristaux ou *cristaux récents*, généralement beaucoup plus petits et nommés pour cette raison *microlites*: on les voit nager au sein d'une matière amorphe dont ils dessinent le mouvement fluidal. Leurs traînées contournent les cristaux primitifs, sans jamais les pénétrer ; la matière amorphe s'est figée en dernier lieu, conservant pour toujours l'empreinte des derniers mouvements auxquels elle a participé. La structure de la roche dépend surtout du second temps de solidification : ainsi, pour le granite, les cristaux formés à ce moment paraissent s'être produits dans des conditions analogues à celles de la première cristallisation ; ils ont acquis des dimensions considérables et envahi la totalité du magma. Dans les trachytes, au contraire, le second temps a donné lieu à une structure fluidale bien accusée et laissé généralement subsister un magma amorphe. Les cristaux de première cristallisation sont à peu près les mêmes pour les granites que pour les trachytes et ne pourraient servir à distinguer la structure des deux roches. Au contraire, c'est aux feldspaths en grands cristaux de première consolidation qu'on est souvent obligé de recourir pour différencier les roches qui possèdent une structure analogue ; lors même qu'il existe dans la pâte des microlites de nature différente, leur détermination est si difficile qu'elle ne peut guère être utilisée dans ce but.

L'orthose se rencontre dans les granites et les granulites, où il constitue des cristaux appartenant aux deux périodes que nous venons de définir. Les syénites renferment surtout l'orthose sous forme de plages chatoyantes qui appartiennent à la seconde période. Dans les porphyres pétrosiliceux, on rencontre de grands cristaux d'orthose vitreux, de première consolidation ; la pâte contient par places des microlites qu'on doit rapporter au même minéral. Les trachytes le contiennent sous deux états semblables.

Le microcline est constamment associé à l'orthose dont il diffère, comme l'a fait voir M. Descloiseaux, par les caractères optiques. On le distingue sans peine de tous les autres feldspaths tricliniques, grâce à une apparence quadrillée qu'il doit à la combinaison de deux systèmes de macles ; le microcline et l'orthose forment, dans certaines roches granulitiques, des plages plus ou moins étendues, traversées souvent par des bandes d'albite qui affectent une direction commune. Diverses raisons cristallographiques ont conduit M. Mallard (1) à penser que l'orthose est constitué par un assemblage de lamelles de microcline, trop petites pour pouvoir être discernées, même avec les plus forts grossissements. Les petits cristaux limpides d'orthose du Saint-Gothard présentent, suivant lui, un véritable passage du microcline à l'orthose théoriquement homogène.

En dehors de l'association qui vient d'être signalée, l'albite apparaît en microlites allongés dans certaines roches trachytoïdes. Les cristaux isolés, souvent assez volumineux, se rencontrent d'une façon accidentelle dans quelques roches granulitiques ou métamorphiques ; mais, en somme, l'albite est beaucoup plus rare que l'orthose. Les plus beaux échantillons viennent du Dauphiné, du Tyrol, du Saint-Gothard.

L'oligoclase, en cristaux de première consolidation, est fréquent dans les granites et les granulites ; il se distingue de l'orthose par sa coloration et forme autour de ce dernier des plages plus ou moins régulières. Dans les syénites, il présente souvent des reflets dorés qui lui ont fait donner le nom de *pierre de soleil*. Haüy attribuait cette apparence à des paillettes de mica interposées, mais on sait aujourd'hui qu'elle est due à des lamelles de fer oligiste. Dans les diorites, les diabases, l'oligoclase constitue des plages de seconde cristallisation. Dans certains basaltes, mais surtout dans les roches trachytiques, ce minéral existe en microlites qui possèdent la propriété remarquable de se grouper sous forme d'arborescences ou de rayons divergents.

Le labrador et l'anorthite, minéraux essentiellement basiques, ne se rencontrent guère que dans les roches basiques; cependant certains dykes de Théra renferment à la fois de l'anorthite et de la tridymite. Le labrador est plus fréquent que l'anorthite : il existe dans la plupart des roches basiques, aussi bien en grands cristaux anciens qu'en plages et en microlites récents. Le labrador des diabases et des gabbros présente parfois des reflets chatoyants qui proviennent d'inclusions tantôt opaques, tantôt brunâtres et transparentes. Le jade, si connu comme pierre d'ornement, n'est autre chose que du labrador plus ou moins pur ; associé au diallage, il constitue le vert de Corse. L'anorthite, relativement assez rare, se rencontre dans les gabbros à l'état de plages de seconde cristallisation, et dans quelques roches mélaphyriques ou basaltiques, à l'état de grands cristaux anciens ou de microlites récents. M. Fouqué a trouvé, à la base des volcans du Cantal, des Açores, de Santorin, des blocs plus ou moins volumineux formés par des associations d'anorthite et d'amphibole en grands cristaux avec une pâte qui contient des microlites de labrador. Les roches métamorphiques de la Somma renferment des cristaux nets d'anorthite.

L'amphigène n'a commencé à apparaître dans les roches éruptives que pendant la période tertiaire; il joue le rôle d'élément essentiel dans les roches dites leucitiques, telles que certaines laves du Vésuve, et il exclut alors les feldspaths proprement dits. Il se présente en boules arrondies, grisâtres, qui tranchent sur le fond noir de la roche. A Frascati, on trouve des cristaux d'amphigène remarquables par leur limpidité; dans une ponce de Pompéi, on a reconnu des globules microscopiques d'amphigène produite par volatilisation.

(1) Annales des mines, 1876 : *Explication des phénomènes optiques anomaux que présentent un grand nombre de substances cristallisées.*

La néphéline est très répandue dans les roches de toutes les époques; mais ses cristaux sont le plus souvent microscopiques, et sa présence n'avait pu être constatée par les anciens observateurs. Dans les roches antétertiaires, la néphéline possède des formes irrégulières, fendillées; elle est douée d'un éclat gras qui lui a fait donner le nom d'éléolite (pierre huileuse) et qui peut être attribué à ses inclusions liquides. L'éléolite est un élément essentiel de la syénite zirconienne de Norwège : elle y forme de grandes plages granitoïdes environnées d'une matière grenue et rougeâtre. Parmi les roches tertiaires qui renferment la néphéline, les plus connues sont les phonolites : elle constitue dans ces roches des lamelles cristallines récentes et parfois de grands cristaux anciens.

Les divers feldspaths des roches éruptives ont fréquemment éprouvé une décomposition plus ou moins profonde. Le microscope permet d'étudier en détail les phénomènes de ce genre. Nous en citerons un, qui est très fréquent dans les dolérites et les euphotides et qui consiste dans la transformation du labrador en *saussurite*. Le feldspath se casse d'abord en tous sens; puis on voit se développer dans sa masse des microlites incolores qui le rendent presque opaque. Enfin, de nouvelles fissures se remplissent de produits magnésiens à structure radiée.

Une altération fort importante, surtout au point de vue industriel, est celle par laquelle le feldspath des terrains granitiques se transforme en kaolin ou terre à porcelaine. Les eaux qui coulent sur ces terrains se chargent toujours d'une quantité plus ou moins notable de silicate de potasse. M. Guéranger en a trouvé $0^{gr},012$ par litre dans le cours supérieur de la Sarthe. Le rôle agricole de la potasse donne un intérêt particulier à ce fait que les recherches expérimentales de M. Daubrée ont éclairé d'un jour nouveau. En triturant le feldspath à sec, on obtient une poussière impalpable et qui, mise au contact de l'eau, ne lui communique qu'une réaction alcaline insignifiante. Mais le feldspath en fragments, soumis à une longue trituration en présence de l'eau distillée, dans des cylindres de grès, se décompose assez vite et cède à l'eau une partie de son alcali. M. Daubrée a trouvé que 3 kilogrammes de feldspath, après un mouvement prolongé pendant 192 heures, correspondant à un parcours de 460 kilomètres, ont formé pendant ce temps une quantité de limon du poids de $2^{kil},720$. Les 5 litres d'eau dans lesquels s'était opérée la trituration ne renfermaient pas alors moins de $12^{gr},60$ de potasse, soit, par litre, $2^{gr},52$ de cet alcali.

La présence du chlorure de sodium paraît arrêter la décomposition; au contraire, la présence de l'acide carbonique, dans un vase de nature inattaquable par ce réactif, la favorise notablement. La chaux agit dans le même sens. Dans tous les cas, on active la décomposition en rendant préalablement le feldspath friable par une calcination au blanc. L'obsidienne (feldspath vitreux) se décompose d'une façon beaucoup moins prononcée que le feldspath proprement dit. L'amphigène, malgré sa forte teneur en alcali, ne se décompose qu'avec une extrême lenteur. M. Daubrée conclut de ses intéressantes expériences que :

« Derrière le fait, en apparence si simple, de la division mécanique des roches par le frottement et la trituration, se cache une action chimique lente et graduelle, assez énergique pour décomposer un minéral résistant à l'action des acides et des plus stables que nous connaissions. On se trouve ainsi en présence d'une nouvelle cause d'élimination de la potasse, qui est tenue comme en réserve dans divers silicates, et du passage continuel de cet alcali à l'état de dissolution dans les eaux qui se meuvent à la surface des continents, et par l'intermédiaire desquelles il peut être absorbé par les végétaux. Des frottements s'opèrent en effet de toutes parts, notamment dans le lit des torrents et des fleuves, où les galets roulent sans cesse les uns sur les autres, ainsi que sous la pression des nappes mobiles d'eau solidifiée par la congélation, qui constituent les glaciers (1). »

Dans d'autres cas, la transformation du kaolin en feldspath paraît devoir être attribuée à une cause toute différente. La décomposition sur place du granite a donné lieu, dans la presqu'île du Cornwal, à des gîtes importants de kaolin dont on sépare le quartz et le mica par un lavage mécanique. La présence du kaolin est liée à celle de filons quartzeux qui renferment de la tourmaline et parfois de l'oxyde d'étain. Or, M. Daubrée a démontré depuis longtemps que les amas et les filons d'oxyde d'étain associé à la tourmaline sont dus à l'arrivée de vapeurs chargées de fluorure d'étain et de fluorure de bore. Ce géologue a été ainsi conduit à admettre que, dans le cas qui nous occupe, la kaolinisation du feldspath est due à l'action de l'acide fluorhydrique, et M. Collins a réussi en effet à produire du kaolin en attaquant le granite par l'acide fluorhydrique. En France, le plateau central renferme des gisements de kaolin qui sont également stannifères et doivent, par suite, avoir la même origine.

Pour compléter les connaissances acquises sur le groupe si intéressant du feldspath, il était nécessaire de parvenir à la reproduction artificielle de ces minéraux ; cette synthèse était seule capable de faire connaître avec certitude dans quelles circonstances la nature les avait produits. C'est ainsi que, par la reproduction de l'étain oxydé, de l'oxyde de titane cristallisé, de l'afpatite, etc., M. Daubrée a vérifié les hypothèses qu'il avait émises touchant l'origine de ces diverses espèces. En cherchant comme lui, mais dans un cas tout différent, à imiter le procédé employé par la nature, MM. Fouqué et Michel Lévy ont effectué la synthèse des espèces feldspathiques.

Les feldspaths semblent en général, et surtout lorsqu'ils appartiennent aux minéraux de seconde cristallisation, avoir une origine purement ignée et s'être formés à une température voisine de celle que possèdent les laves au moment de leur épanchement. Partant de là, MM. Fouqué et Michel Lévy ont fondu au fourneau Schloesing, dans un creuset de platine, soit des feldspaths naturels porphyrisés, soit des mélanges artificiels présentant la même composition chimique. Après fusion, ils ont transporté la matière sur un bec de Bunsen soufflé par une trompe et ils l'ont laissée pendant

(1) *Études synthétiques de géologie expérimentale*, p. 278.

48 heures à une température aussi peu inférieure que possible à celle du point de fusion, puis ils l'ont abandonnée au refroidissement. Pendant ce chauffage prolongé, la matière s'est boursouflée en forme de champignon ; en taillant ensuite des plaques minces dans ce champignon, l'examen microscopique a permis de reconnaître la présence de microlites feldspathiques présentant les caractères optiques et la structure des feldspaths naturels de même composition. Le succès a été complet pour l'albite, l'oligoclase, le labrador et l'anorthite. L'orthose a seulement donné une matière d'apparence vitreuse sur laquelle se dessinait un réseau rectangulaire rappelant celui du microcline, mais présentant des caractères optiques différents. On n'a pas obtenu dans ces conditions de microlites d'orthose, et l'on est, par suite, autorisé à penser que les granites, les porphyres et les roches analogues renfermant de l'orthose à l'état de cristaux de seconde cristallisation se sont formés sous l'influence d'agents volatils. M. Hautefeuille a reproduit, il est vrai, l'orthose et l'albite par voie de fusion purement ignée; mais c'est en faisant intervenir des agents, tels que les tungstates alcalins, qui sont sans analogie avec les agents naturels.

La néphéline et l'amphigène ont été reproduits par MM. Fouqué et Michel Lévy en suivant la méthode qui leur avait si bien réussi pour les feldspaths. Enfin, ces deux savants sont parvenus à constituer, par la cristallisation simultanée de plusieurs minéraux associés, des types identiques à ceux de certains produits volcaniques, et ils ont pu dire avec raison (1) que :

« Cette identité montre la portée de la méthode de cristallisation par voie ignée, et réciproquement elle donne aux théories qui expliquent la genèse d'un grand nombre de roches éruptives un point de départ incontestable qui leur faisait défaut. »

L. LECORNU.

BULLETIN DES SOCIÉTÉS SAVANTES

Académie des sciences de Paris

SÉANCE DU 9 AOUT 1880.

M. *Alph. Milne Edwards* donne quelques détails sur l'exploration zoologique qui vient d'être faite, à bord du navire de l'État *le Travailleur,* dans le golfe de Gascogne, depuis la fosse du cap Breton jusqu'au cap Pénas, sur la côte septentrionale de l'Espagne. Les recherches personnelles, entreprises depuis 1869, dans la fosse du cap Breton, par M. de Folin, avaient montré que le golfe de Gascogne fournirait une ample récolte aux zoologistes qui pourraient y faire des dragages profonds. Il y avait là une vaste région presque entièrement inexplorée, car, dans les croisières de 1870, le *Porc-Épic* s'était tenu fort éloigné des côtes de France, et, dans cette région, il n'avait pas dépassé le 12e degré de longitude ouest. Cette année, les sondages ont été beaucoup aidés par l'emploi d'un appareil construit spécialement à cet effet dans le port de Rochefort et d'après les procédés indiqués par sir William Thomson. Il consiste en un tambour sur lequel sont enroulés plusieurs milliers de mètres d'un fil d'acier de faible diamètre, mais très solide et employé d'ordinaire comme corde de piano. Ce fil, ne présentant que peu de résistance à l'eau, se déroule verticalement et avec rapidité quand il est suffisamment chargé; il n'est pas entraîné par les courants : aussi donne-t-il avec une précision extrême les indications bathymétriques. Un frein réglait la vitesse de rotation du tambour et un compteur enregistrait chacun de ses tours, permettant à tout instant de connaître la longueur du fil immergé. En quelques minutes, la sonde atteignait ainsi des fonds de près de 3000 mètres.

Les grands fonds du golfe de Gascogne sont couverts d'une épaisse couche d'un limon vaseux et d'un gris verdâtre, rappelant, quand il est desséché, les assises jurassiques des Vaches-Noires. Ce limon, très plastique, remplissait rapidement les dragues sans s'y tamiser; mais on avait eu soin d'employer aussi de grandes vergues, alourdies par des poids et auxquelles on suspendait des houppes de chanvre, des fauberts, des filets et même des paquets de brindilles. Ces différents objets balayaient le fond, les animaux y restaient accrochés, et souvent l'on a ainsi ramené des espèces d'assez grande taille et d'une grande fragilité. Les grands filets connus des pêcheurs sous le nom de *chaluts* ont été fort utiles. Un soir, le chalut avait été traîné à une profondeur de près de 600 mètres et on le retirait vers minuit : il avait ramené de grands Gorgoniens du genre Isis, appartenant probablement à une espèce nouvelle. Ces Isis ont offert un spectacle merveilleux : toute la partie du sarcosome située entre les zooïdes émettait une lumière phosphorescente verte d'une telle intensité que, lorsque l'on agitait ces animaux, ils semblaient produire une pluie de feu.

— M. *Pasteur* avait été amené à conclure qu'on pourrait inoculer le charbon à des poules vaccinées pour le choléra des poules.

De nombreuses expériences lui ont démontré que ces cultures de la bactéridie dans un milieu épuisé par le microbe du choléra, quoique réelles, sont retardées, peu abondantes et fort pénibles. Il se pourrait donc que les poules vaccinées pour le choléra fussent réfractaires au charbon. Ce serait l'immunité charbonneuse créée sur un animal au moyen d'une maladie parasitaire de toute autre nature. Tel est précisément le résultat inattendu que vient d'obtenir le savant professeur dans quelques expériences.

— M. *le P. Tacchini :* Résultats des observations de taches et facules solaires, pendant les deux premiers trimestres de 1880.

— M. *Brioschi :* Sur une classe d'équations différentielles linéaires du second ordre.

— M. *A. Righi* pense que, dans les tubes de M. Crookes, et pendant la décharge, l'électrode négative s'échauffe beaucoup plus que l'électrode positive.

Cela semble démontré par l'expérience suivante. On envoie la décharge induite d'une bobine dans le *radiomètre électrique,* en le tenant couché de manière que le moulinet ne puisse pas tourner. On interrompt alors la décharge, et l'on redresse l'appareil jusqu'à sa position normale. Bientôt on voit le moulinet se mettre à tourner presque avec la même vitesse, et dans le même sens que si l'appareil était encore traversé par la décharge. La cause qui fait tourner le mou-

(1) *Bulletin de la Société minéralogique,* 1879.

linet est donc vraisemblablement la chaleur développée lorsque les ailettes fonctionnaient comme électrode négative.

— M. *Neyreneuf* rappelle qu'une flamme produit sur le jet qui l'alimente deux effets contraires, qui, en général, ne se compensent pas. Elle détermine un appel du gaz par le courant des produits dilatés qui la surmontent, et un refoulement par l'expansion même due à la combustion. On peut, à volonté, rendre prédominant l'un ou l'autre de ces effets, en modifiant la grandeur de l'orifice de sortie. Le refoulement est prédominant pour toute flamme à contour nettement conique; pour les flammes cylindriques, c'est l'appel qui l'emporte.

Si, dans le cas du refoulement, on entoure l'une des flammes d'un tube, de manière à réaliser l'expérience de l'harmonica, un nouvel allongement se produit pour la flamme non sonore, d'autant plus marqué que les vibrations ont plus d'amplitude. Le mouvement vibratoire a certainement pour effet de diminuer l'appel propre du tube, mais l'état de vibration agit aussi sur l'énergie de la combustion, et, par suite, sur sa puissance de refoulement.

Nous retrouvons, dans ces études sur la flamme, en dehors du rôle propre à la combustion, les circonstances signalées par Savart dans la constitution des veines et des nappes liquides.

— M. *Damien* présente les premiers résultats de ses recherches sur les indices de réfraction des mélanges et des dissolutions salines. Le pouvoir réfringent étant représenté par $\frac{A-1}{d}$, d étant la densité, l'auteur a pu établir, pour l'acide acétique anhydre, que, pour un même corps, l'expression $\frac{A-1}{d}$ est constante, indépendante de la température et de la réfrangibilité de la lumière.

Les solutions d'hyposulfite de soude conduisent à des résultats analogues.

— M. *Ducretet* signale le perfectionnement qui consiste à remplacer, dans la pile Bunsen, l'eau acidulée où baigne le zinc, par une solution d'environ 15 pour 100 de cyanure de potassium, de potasse caustique, de sel marin, ou de sel ammoniac ordinaire. L'intensité du courant n'est pas inférieure à celle de la pile Bunsen; *les zincs n'ont pas besoin d'être amalgamés,* l'usure du zinc est moins considérable, la constance du courant est remarquable. Elle est d'une durée plus grande.

— M. *Rob. Thalen* donne un tableau des principales raies du spectre d'émission de l'ytterbium et de l'erbium.

— M. *P.-T. Clève* a pu isoler la thuline dans un état de pureté suffisant pour mettre son existence hors de doute.

— M. *W. Louguinine* indique pour chaleurs de combustion, par molécule en grammes, de l'éther acéto-acétique : 753 649 calories, et pour l'éther acétique : 553 758 calories.

— M. *F. Bellamy* a remarqué que, lorsqu'on fait bouillir une solution de sulfite bisodique $SO^3 Na^2$ avec du soufre insoluble, on perçoit, pendant l'ébullition, une odeur d'hydrogène sulfuré; quelquefois même, la liqueur devient opaline; puis, lorsque, après filtration, la liqueur est mise à cristalliser, elle continue d'exhaler l'odeur d'hydrogène sulfuré; elle se trouble de plus en plus, devient laiteuse et laisse déposer, en même temps que des cristaux d'hyposulfite, une notable quantité de soufre blanc.

En bouillant avec du sulfite sodique, le soufre insoluble s'y dissout en plus grande proportion que le soufre soluble.

— M. *Maumené* indique quelques-uns de ses travaux relatifs à l'acide obtenu par M. Boutroux dans la fermentation du glucose.

— M. *J. Garnier,* afin de produire du nickel malléable et à divers degrés de dureté, conseille de lui incorporer du phosphore, sous forme de phosphure de nickel.

— M. *H.-G. Morley* a préparé la propylnévrine en faisant réagir la triméthylamine sur la chlorhydrine propylénique. Cette chlorhydrine a été obtenue avec le propylglycol ordinaire, soit par la méthode de M. Carius, à l'aide du chlorure de soufre, soit par l'action du gaz chlorhydrique sur le même glycol, maintenu pendant quelques jours à 100°.

— M. *H. Comes* a vérifié que l'action exercée par la lumière sur la transpiration des plantes augmente en proportion de son intensité; que la lumière favorise la transpiration seulement pour la portion qui en est absorbée par la substance colorante de l'organe; et enfin que les rayons lumineux qui sont absorbés par la substance colorante d'un organe favorisent seuls la transpiration de ce même organe.

— M. *A. Sanson* pense qu'il n'y a pas, dans l'économie animale, de véritables combustions, et, en tout cas, point de combinaison entre le carbone des principes immédiats et l'oxygène respiratoire, donnant de l'acide carbonique et dégageant de la chaleur, qui serait la source du travail musculaire. L'acide carbonique du sang, du moins pour une forte partie, sinon pour la totalité, se dégage comme telle de ses combinaisons organiques, en même temps que l'énergie constituante de celles-ci, en tant qu'énergie mécanique. Cette dernière a sa source principalement, sinon exclusivement, dans les principes immédiats albuminoïdes, les moins combustibles de tous, mais aussi les plus complexes.

— M. *J. Lichtenstein* a observé la vie des pucerons des galles du peuplier. Le développement de la forme ailée pupifère marche très vite; une vingtaine de jours lui suffisent. Les insectes abandonnent les capitules de la fleur du *Filago* et se rassemblent sur l'écorce des peupliers pour y pondre leurs sexués.

— M. *A. Giard* a pu établir que le type *Polygordius* n'est pas, comme on l'a dit, un type de ver intermédiaire; c'est un type d'annélide archaïque et aberrant.

Il n'est pas non plus un type intermédiaire entre les annélides et les nématodes. La ressemblance avec les nématodes consiste uniquement dans la disposition générale de la musculature et surtout dans le développement excessif des feuillets musculaires longitudinaux, d'où résultent un habitus très particulier et un genre de progression caractéristique.

— M. *H. Filhol* a découvert dans les dépôts de phosphate de chaux du Quercy (éocène supérieur) : 1° un maxillaire inférieur de carnassier se rapportant à une espèce nouvelle d'amphycion; 2° une espèce nouvelle de carnassier de très petite taille; 3° des pièces d'un squelette d'un mammifère nouveau du genre cynodon; 4° une nouvelle espèce de carnassier du genre plesictis, et enfin 5° une espèce d'æluro[illegible], inconnue jusqu'ici.

— M. *L. Guignard* a examiné le développement embryonnaire chez quelques légumineuses et a conclu de ses observations : 1° que la division nucléaire peut être indépendante de toute multiplication de cellules; 2° qu'il est des cas où se rencontre, à un moment donné, une différenciation à la fois morphologique et physiologique dans l'ensemble des cellules qui dérivent de la vésicule embryonnaire.

— M. *Ed. Heckel* pense que le pilosisme n'est pas un phénomène unique, mais qu'il doit être divisé de la façon suivante :

1° Le *pilosisme physiologique*, comprenant les formations de poils ou l'accroissement en nombre de ces organes sur l'ensemble des parties de certains végétaux qui en sont normalement pourvus ou même totalement dépourvus. Ce phénomène se produit le plus souvent quand ces plantes passent d'un milieu humide sur un terrain sec. C'est là un fait d'adaptation physiologique dont la limite d'action est assez étroite; elle oscille entre le *glabrisme* et le *pilosisme* non accompagné d'altération des caractères spécifiques;

2° Le *pilosisme tératologique*. Il commence dès que le facies spécifique est altéré et acquiert son maximum d'action quand les modifications sont assez profondes pour éveiller la notion d'une espèce nouvelle. Un grand nombre de conditions capables de produire des troubles nutritifs dans les plantes peuvent faire naître ce pilosisme particulier;

3° Le *pilosisme par piqûre d'insectes ou par balancement organique*. Il se distingue nettement du précédent en ce que, étant très localisé, il ne peut altérer la physionomie de l'espèce.

— M. *R. Arnoux* soumet au jugement de l'Académie une note sur un nouvel instrument de pointage pour les canons dont les avantages sont les suivants : 1° précision supérieure dans le pointage; en ce qu'on peut viser sur un point nettement distingué grâce au grossissement d'une lunette et nettement déterminé grâce à son axe optique; 2° correction automatique de la différence de niveau des roues; 3° possibilité de tirer sous tous les angles; 4° grande facilité pour le repérage de la pièce et les tirs indirects; 5° enfin, faculté de déterminer avec l'appareil lui-même l'angle de site du but à atteindre.

BIBLIOGRAPHIE

Sommaire des principaux recueils de mémoires originaux.

Bulletin de la Société de géographie (janvier, mai 1880). — *Dutreuil de Rhins* : Résumé des travaux géographiques sur l'Indo-Chine orientale. — *E. Cosson* : Note sur le projet de création en Algérie d'une mer intérieure. — *Schraderi* : Les clubs alpins. — *Romanet du Caillaud* : Notice sur le Tonkin. — *V. Parisot* : La région entre Ouargla et el Goléa. — *Maunoir* : Rapport sur les travaux de la Société de géographie et les progrès de la géographie en 1879. — *Révoil* : Voyage au pays des Medjpourtines. — *Montolieu* : L'Ynirida (Orénoque), exploration de 1872. — *Dutreuil de Rhins* : Géographie historique sur le fleuve Rouge. — *Bonnefoy* : De la frontière entre les Bellovaques et les Vélocasses.

— Archives de physiologie, 1880, n° 2. — *Mendelssohn* : Recherches sur la période d'excitation latente des muscles dans différentes maladies nerveuses. — *Hoggan* : Rôle des lymphatiques de la peau dans l'infection cancéreuse. — *Leloir* : Formation des pustules et des vésicules sur la peau et les muqueuses. — *Nitot* : Recherches anatomiques sur la glande sous-maxillaire et son canal excréteur.

— Journal of mental science (1er semestre 1880. nos 113 et 114). — [illegible]*on* : L'épilepsie d'Othello. — *Chapman* : Mortalité com[illegible]des diverses classes de malades dans les asiles. — *Bevan* [illegible] : Action de l'alcool sur la chaleur animale, sur les vaso-moteurs et le système nerveux. — *Geoghegan* : Constitution chimique de la cérébrine. — *Wyatt Thurnam* : Rapports entre l'état mental et l'inégalité des pupilles dans la paralysie générale. — *Sidney Conpland* : Hypnotisme spontané. — *Echeverria* : Épilepsie syphilitique. — *Davies* : La limite qui sépare la physiologie et la psychologie. — *Treland* : L'asile de Newark (États-Unis) pour les femmes adultes imbéciles. — *Rayner, Savage* et *Atkins* : De l'aliénation mentale par intoxication saturnine. — *Greene* : Description d'un asile public de 414 lits. — *Mackensie Bacon* : De la responsabilité au point de vue médico-légal. — *Folsom* : Délire homicide avec hallucinations et mysticisme religieux.

— Annales agronomiques (juillet 1880). — *E. Duclaux* : Fabrication et maladies du fromage du Cantal. — *A. Renouard fils* : Statistique comparée de la culture du lin et du chanvre. — *E. Philippart* : Recherches sur les rutabagas. — *A. Ladureau* : Études sur la composition chimique de la graine de lin. — *Guignet* : L'agriculture au Brésil. — *F. Meunier* : Sur la composition des cendres de blé. — *J. Pierre* : De l'escourgeon comme fourrage vert. — *E. Bréal* : Influence du froid sur les pins maritimes. — *H. Pellet* : De l'existence de l'ammoniaque dans les végétaux, dans la chair musculaire et la levure. — *Van Tieghem* : Sur une maladie des pommiers causée par la fermentation alcoolique de leurs racines. — *F. Meunier* : Études sur l'asparagine.

— Bulletin de la Société chimique allemande (mai, juin 1880). — *Klein* : Combinaisons des bases organiques avec les sels haloïdes de mercure. — *Staedel* et *Sauer* : De la dioxybenzophénone. — *Staedel* et *Kleinschmidt* : De l'isoindol. — *Staedel* et *Siepermann* : Synthèse nouvelle de bases organiques oxygénées. — *Reinitzer* et *Goldschmidt* : Action de quelques métaux et de quelques métalloïdes sur l'oxychlorure de phosphore, de l'oxyde de phosphore de Le Verrier. — *Meier* et *Crafts* : Densité de vapeur de l'iode. — *Emmerling* : De l'oxybromure de carbone. — *Kohler* : Action du perchlorure d'antimoine sur le trichlorure de phosphore. — *Bell* : Action du zinc sur la succinimide. — *Attenberg* : De la formation probable de tétraphénol et d'un de ses homologues dans la distillation pyrogénée du bois de pin. — *E. Ludwig* : Dosage volumétrique de l'azote. — *H. Schiff* : Même sujet. — *Willgerodt* : Phénol dinitré. — *Kelbe* : De l'acide abiétique. — *Claus* : De l'acide nitrobenzoïque, — Du cymol. — *Lipp* : Dérivés de l'aldéhyde isobutylique. — *Ladenburg* : Alcaloïdes de la belladone, du datura, de l'hyosciame et de la duboisia. — *Kœnigs* : Synthèse de la qhinoline. — *Liebermann* : Fluorescence dans la série de l'anthracène. — *Bernthsen* : Procédés de formation des diamines. — *Mühlausen* : De l'orthoanisidine. — *Beilstein* et *Jawein* : Dosage du zinc et de la poussière de zinc. — *Cooke* : Poids atomique de l'antimoine. — *Melikoff* : Constitution des acides bromo et chlorolactiques. — *Thomsen* : Chaleur de combustion du soufre. — *Neville* et *Winter* : Des six toluènes tribromés, des quatre toluènes tétrabromés, du toluène pentabromé, action du brome et de l'acide azotique sur les amides aromatiques (toluènes dibromés). — *Krämer* : Dosage de l'acétone dans l'alcool méthylique. — *Krämer* et *Grodzky* : Influence des substances contenues dans l'esprit de bois sur la formation de la méthylaniline. — *Dœbner* : Des amido acétones aromatiques. — *Spitser* : Des chlorures de camphre. — *Bernthsen* : Réactions de la succinimide et du perchlorure de phosphore. — *Naumann* : Dissociation de la vapeur d'iode. — *Zoller* : De l'acide xanthique (acide éthyldisulfocarbonique) comme moyen de précipitation des matières albuminoïdes. — Substances albuminoïdes (globuline) dans les pommes de terre. — *Leeds* : Formation d'eau oxygénée et d'ozone par l'action du phosphore humide sur l'air. — *Schroder* : Densités de vapeur de diverses substances organiques. — *Erlenmeyer* : Acides amido lactiques. — *Ladenburg* : La tropéine. — *Cosaek* : Dérivés de la toluidine. — *Weyl* et *Anrep* : Formation d'acide hippurique et d'acide benzoïque dans la fièvre. — *Thomsen* : Chaleur de formation des oxydes d'azote. — *Zulkowsky* : Modifications au procédé de Dumas pour le dosage de l'azote. — *Meyer* : Densité de vapeur de l'iode. — *Guntkeeht* : L'acide α nitropropionique. — *Brühl* : Relations entre les propriétés physiques des corps et leur constitution chimique. — *Kelbe* : Un nouveau cymol. — *Salomon* : Formation d'hypoxanthine aux dépens de l'albumine. — *Gantter* et *Hell* : Produits d'oxydation de l'acide subérique. — *Classon* et *Berg* : Constitution de l'acide disulfotoluique. — *Grete* : Produits extractifs du vin. — *Anschütz* et *Pictet* : Préparation de l'acide tartrique. — *Calm* et *Heumann* : Dérivés de substitution de l'azobenzol. — *Pettersson* et *Ekstrand* : Critique des recherches de Meyer sur les mesures de densités de vapeur. — *Wartha* : De la crudité de l'eau. — *Wilm* : Métaux de la famille du platine. — *Vogel* : Du bromure d'argent et de la gélatine en photographie. — *Claus* et *Lindhorst* : Action du brome sur la dichlorhydrine. — *Laiblin* : Dérivés bromés de la nicotine. — *Jackson* et *Field* : Action du brome sur le toluène. — *Hofmann* : De la sulfhydraniline.

— Journal de physique (juillet 1880). — *E. Mercadier* : Sur la détermination des éléments d'un mouvement vibratoire. — *A. Niaudet* : Galvanomètre de M. Marcel Deprez. — *E. Bouty* : Phénomènes thermo-électriques et électro-thermiques au contact d'un métal et

d'un liquide. — *Adrien Guébhard :* Nouveau procédé phonéidoscopique par les anneaux colorés d'interférence. — *Lechat :* Des vibrations à la surface d'un liquide placé dans un vase de forme rectangulaire. — *A. Terquem :* Sur la vitesse du son.

— Archives générales de médecine (avril, mai, juin, juillet 1880). — *Leblanc :* Spontanéité des maladies virulentes au point de vue de la médecine vétérinaire. — *Besnier :* Obstruction calculeuse des voies biliaires avec accès de fièvre intermittente et rejet de nombreux calculs. — *Reynier :* Sur le bruit de moulin, symptôme d'épanchement ultra et extrapéricardique dans les traumatismes de la poitrine. — *Letalle :* Du rhumatisme du cœur et de son plexus dans le rhumatisme aigu. — *Boully* et *Mathieu :* Sarcôme du nerf sciatique et résection du nerf. — *Ballet :* Abcès du cerveau consécutifs à certaines malformations cardiaques. — *Parinaud :* Suppurations de la paupière inférieure et du sac lacrymal d'origine dentaire. — *Lasègue :* Pathogénie de l'épilepsie. — *Duplay :* Des maladies de l'urèthre chez la femme. — *Schwarts :* Synoviale du genou et son cul-de-sac tricipital. — *Guido Banti :* Pneumonie infectieuse.

CHRONIQUE

Le baccalauréat. — La statistique des examens du baccalauréat ès sciences et du baccalauréat ès lettres subis, dans toutes les Facultés de France, pendant la session de mars-avril 1880, vient d'être publiée.

En voici les résultats principaux :

1167 jeunes gens se sont présentés au baccalauréat ès sciences. Sur ces 1167 candidats, 664 ont été éliminés après les épreuves écrites, et 91 après l'épreuve orale. Il n'y a donc eu que 412 candidats admis au grade, c'est-à-dire une proportion de 35 pour 100. De ces 412 bacheliers ès sciences, aucun n'a obtenu la note très bien, 2 seulement ont obtenu la note bien, 68 la note assez bien et 342 la note passable.

Sur les 1167 candidats se présentant au baccalauréat ès sciences, 196 étaient déjà bacheliers ès lettres. De ces 196 jeunes gens, 93 ont été éliminés après l'épreuve écrite, et 8 après l'épreuve orale; 95 seulement ont été reçu bacheliers ès sciences.

Pour le baccalauréat ès lettres, 1857 candidats se sont présentés devant les Facultés pour la première partie (rhétorique), 979 candidats ont été exclus après les épreuves écrites, et 128 après les épreuves orales; il n'y a donc eu que 750 jeunes gens admis au grade, c'est-à-dire une proportion de 40 pour 100. Sur ces 750 candidats, aucun n'a obtenu la note très bien, 1 seulement a obtenu la note bien, 50 la note assez bien, et 699 la note passable.

Des 1857 jeunes gens qui se sont présentés à cet examen, 8 étaient déjà bacheliers ès sciences; 5 d'entre eux ont été éliminés après les épreuves écrites, 1 après les épreuves orales, et 2 ont été définitivement admis.

1547 jeunes gens se sont présentés pour la seconde partie (philosophie); 675 candidats ont été éliminés après les épreuves écrites, et 165 après les épreuves orales. Il n'y a donc eu que 607 candidats admis au grade. Sur ces 607 jeunes gens, aucun n'a obtenu la note très bien, 1 seulement a obtenu la note bien, 49 la note assez bien, et 557 la note passable; 36 candidats étaient déjà bacheliers ès sciences avant de se présenter à cet examen; 23 d'entre eux ont été exclus après les épreuves écrites, 1 après les épreuves orales, et 12 ont été définitivement admis.

— Métallurgie en Californie. — Quoique depuis longtemps on connaisse l'existence, en Californie, de grands dépôts de minerais de fer, ce n'est pas dans cet État que s'est établi le premier haut-fourneau pour la fabrique de fonte de fer sur la côte du Pacifique. C'est l'Orégon qui a eu le mérite de cette entreprise. En 1865, il s'y est formé une compagnie — *the Iron Company* — et cette compagnie a établi une fabrique de fonte de fer à Oswego, sur la rivière Willamette, à quelques milles au-dessus de Portland. Elle a commencé ses opérations deux ans plus tard, et, en 410 jours de travail, elle a produit 2395 tonnes de fonte de fer. Mais, financièrement, ce premier essai ne fut pas heureux; en 1878 et en 1879, l'usine a été reconstituée sur de nouvelles bases, et aujourd'hui elle semble prospérer. Une autre compagnie s'est d'ailleurs constituée; elle est munie d'un puissant capital et se propose de construire, avant la fin de l'année, un établissement sidérurgique pouvant fournir 10 000 tonnes par année.

— Chemin de fer au Brésil. — Les travaux en cours d'exécution du chemin de fer entre Paranagua et Curitiba, au Brésil, dans la province de Parana, sont à peu près terminés et l'inauguration de la ligne aura lieu prochainement. Ce chemin de fer a été entrepris par une compagnie française; il aura une importance considérable pour le développement des ressources intérieures du pays. Au moyen de cette ligne, la navigation de la partie supérieure du Parana deviendra fructueuse, ainsi que le réseau des communications ouvertes par les rivières le Tibagi, le Paranapanéma, le Tiaté, le Goahy, le Jainhéma et la Brillante. Au moins 1800 kilomètres de cours d'eau navigables seront ouverts au commerce, sur lesquels 800 kilomètres sont accessibles aux bateaux à vapeur d'un faible tirant d'eau.

Curitiba et Paranagua sont situés par 25 degrés de latitude sud et 50 degrés de longitude ouest (Greenwich); Paranagua a un port de mer sur l'océan Atlantique. Ces deux points sont à une distance l'un de l'autre de 120 kilomètres environ.

— Nouveau service sanitaire. — La ville de New-York vient de s'enrichir d'une nouvelle institution qui constitue un progrès d'une importance très réelle. La législature de l'État, dans une des dernières séances de la session récemment close, a adopté un projet de loi ayant pour objet d'organiser un *service médical de nuit*, à l'instar des principales villes d'Europe. Ce projet avait d'abord été présenté par le docteur Henri Nachtel, de Paris, qui, après avoir reçu l'approbation de ce corps, a poursuivi sa tâche avec une activité et une persévérance sans relâche jusqu'à ce qu'il ait obtenu un acte législatif, et finalement la signature du gouverneur qui donne force de loi à cet acte.

L'organisation du nouveau service médical est très simple et d'un fonctionnement facile. Chaque capitaine de police sera pourvu d'un registre sur lequel seront inscrits les noms et adresses de tous les médecins réguliers de son district qui en feront la demande, et s'engageront à répondre à tout appel de nuit qui leur sera adressé. Ces noms seront affichés dans la station, près du bureau du capitaine, à portée du public.

Lorsqu'un capitaine ou l'officier de service sera avisé que quelqu'un a besoin d'un médecin à une heure quelconque de la nuit, il désignera, d'après la liste, à moins de préférence indiquée, le médecin le plus rapproché de la résidence du malade, et l'enverra requérir par un agent, qui le conduira à l'adresse désignée.

La législature a ouvert, pour ce service, un crédit annuel de 75 000 francs, ce qui paraît bien limité à première vue. Mais le docteur Nachtel, qui a indiqué ce chiffre, a établi ses calculs sur les données statistiques des services analogues de Paris et de Berlin. On suppose que, sur dix personnes ainsi visitées, sept payeront le prix du service rendu, et qu'en temps ordinaire la somme allouée sera suffisante, sauf à l'augmenter en temps d'épidémie, s'il y a lieu.

— Explorations africaines. — La Société de géographie de Londres vient de recevoir du consul général d'Angleterre à Zanzibar, à la date du 17 juillet, une dépêche annonçant le retour de l'expédition africaine orientale. Cette expédition, dirigée dans l'Afrique équatoriale par Jos. Thomson, qui en a pris le commandement l'année dernière, par suite de la mort de M. Keith Johnston, a parfaitement réussi.

Dans un très court espace de temps, elle a parcouru de grandes étendues de pays et obtenu des résultats remarquables, disent les *Colonies and India*. Partie le 19 mai 1879 de Dar-es-Salaam pour l'intérieur du continent, elle s'est dirigée vers la pointe du lac Nyassa, puis à l'extrémité sud du lac Tanganyka.

M. Thomson a campé alors la plus grande partie de ses hommes à Liendivé, sur le fleuve Lofu, en les confiant à la garde de Chuma, un des vieux compagnons de voyage de Livingstone. Remontant ensuite le bord occidental du lac, il a fait une exploration préliminaire de la crique Lukuya et a traversé jusqu'à Oujiji. Après quelques jours de repos, il revenait à la crique ou la rivière Lukuya qu'il se mit à descendre jusqu'à une distance considérable. Les hostilités de la part des indigènes le forcèrent malheureusement à reprendre le chemin de Mtowa sur le lac, dont il atteignit en bateau l'extrémité méridionale où il rejoignit ses hommes pour les ramener à la côte.

M. Thomson, qui est déjà reparti pour l'Angleterre, doit [illegible] la Société de géographie de Londres des détails intéressants [illegible] régions inexplorées avant lui, situées entre les lacs Nyassa et Tanganyka, et sur le lac mystérieux d'Hikwa, qu'il a visité, comme l'annonce la dépêche de Zanzibar.

Le propriétaire-gérant : Germer Baillière.

PARIS. — Impr. J. CLAYE. — A. QUANTIN et Cᵉ, rue St-Benoît. [1297]

LA

REVUE SCIENTIFIQUE

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

REVUE DES COURS SCIENTIFIQUES (2e SÉRIE)

DIRECTEURS : MM. ANTOINE BREGUET ET CHARLES RICHET

2e SÉRIE — 10e ANNÉE — NUMÉRO 9 — 28 AOUT 1880

Paris, le 27 août 1880.

Depuis quelques années, l'habitude a été prise d'occuper les vacances d'août et de septembre par des congrès scientifiques. Nos lecteurs savent qu'il y a eu déjà en août, à Reims, la réunion de l'association française pour l'avancement des sciences, et à Cambridge, la réunion de l'association médicale anglaise. Mentionnons encore la réunion des anthropologistes allemands, présidée par M. Virchow, et dont nous publierons prochainement le compte rendu.

Pendant le mois de septembre, il y aura des congrès s'occupant de questions spéciales. Ainsi le congrès d'ophtalmologie à Milan et le congrès de médecine mentale à Reggio (Emilia), auront lieu en septembre.

C'est le 6 septembre, à Turin, que s'ouvrira le congrès international d'hygiène (voir la chronique de la *Revue* du 10 août 1880, p. 168).

On y discutera les grandes questions qui intéressent l'hygiène publique. Le moment est venu de faire à l'hygiène la place qui lui appartient dans les sciences médicales. Il faut qu'elle en soit la partie la plus importante. Chaque progrès fait en hygiène est plus utile à la vie des hommes que les plus grandes découvertes de la pathologie ou de la thérapeutique. Mais, pour que ces progrès soient réalisés, il faut que les hommes compétents échangent leurs idées et élaborent des projets de réglementation générale, projets qui, s'appuyant sur la haute autorité d'une réunion savante, pourront être soumis à l'approbation des gouvernements intéressés.

Nous appelons aussi l'attention de nos lecteurs sur les congrès qui se tiendront en 1881. Il faut que les savants français puissent prendre longtemps à l'avance leurs mesures pour assister à ces réunions. On sait que la langue adoptée dans les conférences scientifiques internationales est le français. Il serait donc mal séant aux Français de s'abstenir. D'ailleurs, il n'y a pas seulement intérêt à faire connaître aux étrangers nos travaux, il est encore très important pour nous de connaître les travaux des étrangers. Que de choses n'avons-nous pas à apprendre ! L'isolement scientifique qu'on a pu nous reprocher, non sans quelque apparence de raison, jusqu'à ces dernières années, est une pratique déplorable, utile seulement à la vanité ou à la paresse.

Parmi les congrès de 1881, nous signalerons le congrès médical international qui aura lieu à Londres (voir la chronique de la *Revue* du 24 juillet 1880, p. 96), et certainement avec le même succès que celui d'Amsterdam, en 1879.

On trouvera dans la chronique du numéro d'aujourd'hui des documents relatifs au congrès géologique international de Bologne (1881) et au congrès géographique international de Venise (1881).

Pour ce qui concerne la géologie, les organisateurs du congrès ont décidé qu'un prix de 5000 francs serait accordé à l'auteur d'un travail sur la représentation graphique des terrains. Il est à désirer qu'on puisse enfin trouver en géologie un langage conventionnel, adopté par les savants de toutes les nationalités. On sait quels services ce langage unifié a rendus à la chimie. Certes, les géologues arriveront à créer aussi un langage géologique uniforme. Tel sera le principal but du congrès de Bologne de 1881, et nous ne doutons pas du succès.

Le congrès international de géographie sera le troisième congrès de ce genre. Le précédent avait eu lieu à Paris en 1875. Au congrès de Venise, en 1881, on peut être sûr que la Société de géographie de Paris, à qui la présidence d'honneur a été décernée par un vote unanime, y sera dignement représentée. Il importe en effet de faire mentir le mot célèbre de Gœthe, qui définissait les Français : des gens qui ignorent la géographie.

ZOOLOGIE

ASSOCIATION FRANÇAISE POUR L'AVANCEMENT DES SCIENCES

M. EDM. PERRIER

Le transformisme.

Mesdames, Messieurs,

En acceptant l'honneur d'exposer devant vous l'état actuel de nos connaissances relatives à l'origine et aux transformations des êtres vivants, je savais que c'était là une entreprise difficile; j'ai depuis ressenti chaque jour davantage à quel point votre bienveillance me serait en ce moment nécessaire. Des livres considérables ont été écrits pour ou contre la doctrine que l'on désigne sous le nom de *transformisme*, de *théorie de la descendance*, de *doctrine de l'évolution :* ses partisans et ses détracteurs ont produit à l'appui de leurs convictions personnelles un nombre immense d'arguments. Comment, dans les quelques instants dont je dispose, pourrais-je vous offrir un résumé, même sommaire, de ce qui mérite d'être dit sur cette palpitante question? Vous m'excuserez, j'espère, si, craignant d'abuser de votre attention, je me suis résigné à en faire un choix et à sacrifier quelque peu les théories pour vous présenter un enchaînement de faits plus concluant.

Aussi bien la lutte scientifique provoquée par l'apparition du livre de Darwin sur l'origine des espèces est loin d'être apaisée. Tandis qu'un irrésistible courant entraîne le plus grand nombre des naturalistes vers l'idée d'une évolution incessante et continue du monde vivant, tandis que les faits qui tout d'abord semblaient s'élever énergiquement contre cette idée viennent un à un, lorsqu'ils sont mieux compris, lui prêter un nouvel appui, des esprits éminents s'attachent encore à rechercher dans la nature les preuves d'une immobilité longtemps incontestée et des cœurs généreux redoutent de voir ébranlées par la doctrine nouvelle des institutions consolantes pour l'humanité. En cet état de cause, il m'a semblé que les chances de convaincre sont à ceux qui demeurent sur ce terrain de la science positive où tous les drapeaux savent s'incliner devant celui de la raison sincère, loyale et ferme, mais toujours conciliante.

Or cette science nous révèle à l'égard des êtres organisés un phénomène grandiose.

Il est presque impossible de fouiller le sol un peu profondément dans une région quelconque du globe, sans ramener au jour les débris d'animaux ou de végétaux fort différents de ceux qui vivent actuellement autour de nous. On a pu déterminer l'âge relatif des couches parallèles de terrains qui forment une partie considérable de l'écorce terrestre, et lorsqu'on vient à comparer les débris recueillis dans des couches suffisamment éloignées, on reconnaît que les organismes qui vivaient aux époques correspondantes étaient eux-mêmes fort differents. Les formes vivantes ont été plusieurs fois renouvelées à la surface du sol et dans les mers; des formes nombreuses se sont éteintes et ont été remplacées par d'autres de plus en plus voisines de celles qui vivent de nos jours.

Voici une série de paysages représentant un coin idéal de la terre durant chacune de ces grandes périodes géologiques. On a pu reconstituer avec une certitude à peu près absolue les animaux et les végétaux qui couvraient le sol ou vivaient au fond des mers. Nous sommes à l'époque silurienne, l'une des plus anciennes à laquelle la géologie soit remontée. De grands crustacés, des Trilobites, peuplent les mers qu'habitent aussi des poissons aux corps puissamment cuirassés; ce sont là les formes vivantes les plus élevées; — avec la période secondaire, les reptiles deviennent, au contraire, prédominants. De gigantesques Batraciens, des Labyrinthodons vivent sur les plages des mers du Trias, en compagnie de grands crocodiles, les Notosaures. Plus tard, pendant la période jurassique, des formes nouvelles vont apparaître : déjà quelques rares mammifères de l'ordre des Marsupiaux se montrent sur la terre, mais l'empire des mers appartient à d'énormes reptiles, le Plésiosaure et l'Ichtyosaure. A terre même, et jusqu'à la fin de la période crétacée, les reptiles atteignent un développement colossal; le Téléosaure et l'Hylœosaure sont les derniers représentants de ces monstres, dont les crocodiles actuels ont encore conservé quelques traits. Avec la période tertiaire s'épanouissent les mammifères. Les campagnes éocènes sont peuplées de Paléothériums, d'Anoplothériums, de Xiphodons; durant la période miocène, se montrent des éléphants étranges, le Dinotherium, le Mastodonte que l'on retrouve en Amérique jusque dans la période quaternaire en compagnie de ces gigantesques édentés, massifs et paresseux, le Mégatherium, le Mylodon ou du Glyptodon, cuirassé comme une tortue.

Ainsi, durant cette série de périodes, la faune et la flore terrestres, aussi bien que la faune et la flore marines, ont changé du tout au tout. Quand on vient à rechercher comment se sont produites ces transformations, on reconnaît qu'elles n'ont pas eu lieu brusquement, en bloc, à la suite de quelque cataclysme général, mais qu'elles se sont, au contraire, établies lentement, les espèces disparaissant une à une, étant remplacées une à une. D'où cette conclusion, que ce double phénomène a dû se manifester dans les conditions ordinaires de la nature, au milieu du calme le plus complet, et doit être le résultat de quelque cause constamment agissante. La période actuelle ne diffère en rien, au point de vue physique, de celles qui l'ont précédée; elle ne doit pas en différer non plus au point de vue de l'évolution de la vie. Nous sommes donc amenés à rechercher autour de nous la cause toujours active qui détruit et crée les espèces. Or nous connaissons les causes de destruction, nous savons qu'elles n'ont rien de surnaturel; les causes de l'apparition des espèces nouvelles doivent aussi être naturelles. Nous ne connaissons de nos jours aucun être vivant qui ne provienne de parents plus ou moins semblables à lui; s'il se forme de nouvelles espèces, elles ne peuvent provenir que d'une transformation d'espèces déjà existantes. Dès lors, se posent à l'esprit ces deux questions : les espèces actuelles ne seraient-elles pas variables? Les êtres vivants d'une époque

géologique ne seraient-ils pas, si différents qu'ils en puissent être, les descendants transformés des êtres vivants de la période précédente?

La variabilité des espèces actuelles n'est, en principe, contestée par personne. Il suffit de jeter les yeux sur nos animaux domestiques, de comparer un king-charle à un terre-neuve, un boule-dogue à un lévrier; il suffit de se rappeler que les moutons, les bœufs, les porcs, les pigeons, les oiseaux de basse-cour, présentent des variations presque aussi étendues que celles des chiens pour avoir la mesure de la variabilité des espèces. On objecte, il est vrai, que ce sont là des espèces domestiques, que leurs variations ont été produites par l'action de l'homme. Mais quelles sont donc les forces différentes de celles de la nature que l'homme a à sa disposition? Il n'agit sur les animaux qu'en variant autour d'eux les conditions d'existence; or ces conditions varient-elles même dans la nature d'un lieu à un autre, d'une époque à une autre? Il est donc certain que les espèces vivantes se modifient avec elles; seulement les variations naturelles sont de plus longue durée, elles sont moins multiples et moins mobiles, elles agissent plus longtemps dans le même sens; aussi les modifications qu'elles produisent dans les formes vivantes sont-elles plus lentement réalisées, mais, en revanche, plus constantes et plus profondes.

Il faut bien admettre, d'ailleurs, la variabilité des espèces sauvages, et cette variabilité se manifeste de deux façons. On constate fréquemment des différences assez considérables entre les individus nés de mêmes parents; lorsque ces différences ne sont pas constantes et héréditaires, les individus qui les présentent constituent ce qu'on nomme des *variétés;* mais d'autres fois, comme chez nos animaux domestiques, les caractères différentiels d'individus de même espèce sont héréditaires comme ceux de l'espèce. Ces variétés à caractères héréditaires et constants sont ce que l'on nomme des *races.*

On ne peut donc nier un seul instant que les espèces actuelles ne soient variables. Mais ici apparaît une nouvelle hypothèse, contraire au transformisme et soutenant que leur variabilité est limitée. Que signifient ces mots? Veulent-ils dire que chaque espèce est enfermée dans un cercle, dans une sorte de muraille de la Chine d'où il serait impossible de la faire sortir? Mais cela est incompatible avec l'existence des races, car du jour où une modification d'un caractère se fixe, cette modification, fût-elle d'abord extrêmement légère, peut devenir aussi considérable qu'on voudra le supposer; le jour où une race prend naissance, elle peut servir de point de départ à une série de races successives, toutes peu éloignées du type d'où elles dérivent immédiatement, mais qui avec le temps s'éloigneront indéfiniment du type primitif. Nos mammifères domestiques nous démontrent d'ailleurs qu'il n'y a pas un caractère extérieur ou anatomique qui ne soit susceptible d'être altéré; la couleur et l'épaisseur du poil, la taille, la puissance et la disposition des muscles varient incessamment, le squelette est tout aussi fréquemment atteint; des dents peuvent disparaître ou se modifier, des doigts nouveaux apparaître, les membres se raccourcir ou s'allonger, les os de la tête changer de forme et de proportion, de sorte qu'il devient impossible d'assigner un ordre de caractères qui demeurent constants, une grandeur de variation qu'un caractère donné ne puisse dépasser. Dès lors en quoi et par quoi la variation est-elle limitée? Quels sont les caractères qui vont permettre de distinguer les races d'une espèce des espèces voisines? On n'a pu les découvrir dans l'organisation; il a fallu s'adresser à la physiologie, et là encore, un seul caractère a pu être invoqué : les croisements entre animaux ou végétaux de même espèce, mais de race différente, produiraient des *métis* indéfiniment féconds lorsqu'on les laisse reproduire soit entre eux, soit avec d'autres individus de même espèce; les *hybrides,* nés du croisement d'animaux d'espèce différente, seraient, au contraire, souvent stériles dès la première génération et finiraient toujours par le devenir.

On a fait, pour établir la réalité de cette distinction, de nombreuses expériences qui ont fourni les résultats les plus différents. Un exemple fera bien comprendre la situation des naturalistes vis-à-vis de cette question du croisement. Autrefois, quand les chimistes mélangeaient deux sels, ils voyaient tantôt se dégager un gaz, tantôt se précipiter un corps pulvérulent, gélatineux ou cristallin; d'autres fois, aucune réaction n'avait lieu; dans certains cas, le liquide s'échauffait; dans d'autres, il se refroidissait: on pouvait dire que le mélange de deux sels donnait lieu aux réactions les plus variables, et raisonner indéfiniment sur les caractères mystérieux des sels. Arrive Berthollet : il montre que la qualité même de *sel* n'entre pour rien dans les résultats obtenus, et que ces résultats tiennent d'abord à la nature des éléments dont le sel est composé, et puis à certaines conditions de température, de solubilité et de volatilité. La question s'éclaircit considérablement, et les recherches thermiques de M. Berthelot jettent enfin sur elles une complète lumière.

La variété des résultats obtenus dans les croisements ne tiendrait-elle pas, elle aussi, à certaines conditions physiologiques que l'on aurait négligé de déterminer à l'avance et qui seraient totalement étrangères à la notion même de l'*espèce?* Le criterium distinctif entre la race et l'espèce se trouve donc frappé par la question préalable. Mais allons plus loin; les hybrides du lièvre et du lapin, les fameux *léporides,* ceux de certaines espèces de graminées, les *œgilops,* et du froment ordinaire sont indéfiniment féconds; on commence à être obligé de prendre les plus grandes précautions pour empêcher l'huître de Portugal d'altérer, par des croisements, la qualité des huîtres de nos côtes, que l'on considère quelquefois, cependant, comme appartenant à un genre différent. Inversement, les cochons d'Inde domestiques refusent de se croiser avec la race sauvage qui habite le Brésil, tout comme s'ils étaient d'espèce différente, et la race issue de nos chats domestiques, qui habite le Paraguay, ne s'unit pas davantage à la race souche.

Toute distinction s'efface donc entre la race et l'espèce, et nous sommes ramenés par les faits à considérer la race comme une espèce en voie de formation et l'espèce, comme une race que l'adaptation à des conditions d'existence particulières a isolée dans la nature, de sorte que tout mélange entre elle et les formes voisinés devient difficile, sinon impossible.

Cette adaptation est la cause première de l'isolement des espèces, qui, lorsqu'elles ont atteint un certain degré de stabilité, peuvent venir côte à côte, dans des conditions en apparence identiques, sans revenir pour cela à un type commun. La permanence apparente des espèces n'est due qu'à la faiblesse des actions mises en jeu pour lutter contre la résultante des actions accumulées pendant des siècles pour amener chacune d'elles au point où elle en est. Mais, dès à présent, nous sommes en droit d'affirmer que rien, dans la nature actuelle, ne contredit la théorie de leur variabilité.

La durée des influences que nous pouvons faire subir à une espèce donnée est d'ailleurs trop courte pour que nous puissions en constater les effets; il n'est pas étonnant que nous ne réussissions pas à trouver de variations chez les animaux nos contemporains, durant une période où notre propre espèce n'en a pas elle-même subi; mais il n'en est plus ainsi lorsqu'on embrasse une période plus longue. C'est dans ces conditions seulement que l'on peut bien mesurer le degré de variabilité des formes vivantes. La parenté de types que tout semblerait aujourd'hui devoir faire considérer comme distincts, les liens qui unissent ces types aux espèces fossiles, deviennent alors des plus évidents.

Au mont Dol, près de Rennes, M. Sirodot trouve toutes les formes de passage entre le Mammouth et nos éléphants; des passages insensibles se manifestent, d'autre part, entre le Mammouth et les Mastodontes de l'époque tertiaire.

A Saint-Gérand-le-Puy, dans l'Allier, existait, durant la première partie de la période miocène, un lac dont les bords étaient entourés d'une luxuriante végétation. Des animaux innombrables, oiseaux ou mammifères, venaient s'y désaltérer. Mais c'était là une région dangereuse, car des sources thermales versaient, par intervalles, dans la vallée, des torrents d'acide carbonique. Des mammifères accompagnés de leurs petits, des oiseaux couvant leurs œufs, ont été souvent surpris par ces émanations, et l'on trouve encore leurs cadavres dans la position même où la mort est venue les saisir. Toute une faune se trouve ainsi enfouie dans les carrières de Saint-Gérand. M. Alphonse Milne-Edwards en a fait connaître les oiseaux, Étienne Geoffroy Saint-Hilaire, M. Pomel, M. Filhol, en ont étudié les mammifères.

Dans le Quercy, durant la dernière moitié de la période éocène, à une époque immédiatement antérieure à celle de Saint-Gérand-le-Puy, se trouvaient, à la surface du sol, des crevasses considérables, dans lesquelles coulaient des sources d'eau minérale, chargées de phosphate de chaux. Des animaux terrestres tombaient dans ces crevasses ou venaient y mourir; elles se sont ainsi graduellement remplies d'ossements pétrifiés dans une gangue de phosphate de chaux. M. Filhol a fait, des débris qui nous ont été conservés de la sorte, une étude attentive.

A Pikermi, en Grèce, au mont Léberon, dans le département de Vaucluse, M. Albert Gaudry a exhumé une faune plus récente, au contraire, que celle de Saint-Gérand, tandis que les gypses de Montmartre avaient déjà donné à Cuvier une faune plus ancienne que celle des phosphorites. La science possède donc des documents précis et assez nombreux sur les animaux terrestres et notamment sur les mammifères qui se sont succédé durant cette longue période géologique qu'on appelle la période tertiaire. Il n'est plus permis de douter que ce ne soit la période pendant laquelle se sont formées les espèces actuelles de mammifères, la période pendant laquelle s'est peut-être préparée l'apparition de l'homme.

De nos jours, on peut se représenter le groupe tout entier des carnassiers en rappelant six formes connues de tout le monde, qui peuvent éprouver d'innombrables modifications de détail, mais qui restent cependant totalement isolées les unes des autres : ce sont les ours, les chiens, les civettes, les hyènes, les martres et les chats. Le nombre et la forme des dents, la façon de marcher sur la plante entière du pied ou sur le bout des doigts, la structure des ongles destinés à fouir ou à déchirer la chair, établissent entre les animaux de ces différents groupes les démarcations les plus tranchées. Or, durant la période tertiaire, s'il existait quelques animaux que l'on pouvait déjà ramener à ces types, à côté d'eux vivaient une foule de carnassiers tout à fait inconnus aujourd'hui et qui venaient remplir tous les intervalles qui les séparent actuellement. Ils constituaient une sorte de fonds commun d'où se sont successivement détachés les carnassiers actuels, par une adaptation graduelle d'êtres, primitivement ambigus à un genre de vie de plus en plus déterminé.

La variabilité de ces carnassiers tertiaires était telle, que M. Filhol n'a pas compté moins de dix-sept races distinctes dans une seule espèce de *Cynodictis,* animaux intermédiaires, comme leur nom l'indique, entre les chiens et les martres.

L'histoire des herbivores nous fournit de semblables enseignements. Les *Palæotherium* sont célèbres par la restauration en quelque sorte prophétique qu'en fit Cuvier. On peut suivre pas à pas toutes les gradations qui les font passer aux rhinocéros, toutes celles qui, par l'intermédiaire des *Lophiodon,* dont la taille variait de celle d'un lapin à celle d'un cheval, conduisent jusqu'aux tapirs; on peut reconstituer également toutes les phases du passage aux chevaux, animaux voisins de ces mêmes palæotherium. Les prédécesseurs immédiats des chevaux sont les Hipparions qui en diffèrent encore et par la forme de leurs dents et par leurs pieds à trois doigts dont un seul touchait terre; mais les hipparions varient dans trois directions différentes : les dents des uns prennent la forme de celles du cheval, le pied restant à trois doigts; les autres gardent leurs dents typiques, le pied devenant solipède : une seule forme persiste, celle où ces deux modes de variation également avantageux se combinent.

L'histoire des mammifères ongulés à pied fourchu, dont les sangliers et les ruminants constituent aujourd'hui deux types bien distincts, ne forme qu'un seul tout durant la période tertiaire, où l'on voit se dégager peu à peu de formes intermédiaires communes : les pachydermes omnivores, dont les cochons et les hippopotames sont les représentants les plus connus, et les ruminants essentiellement herbivores, manquant d'incisives à leur mâchoire supérieure

et présentant un intervalle vide, la *barre,* entre leurs incisives inférieures et leurs molaires. M. Filhol a suivi chez les *Cænotherium* de Saint-Gérand-le-Puy toutes les phases de la production de cette barre.

A cette époque, les liens entre les ruminants et les porcins, ou entre les diverses sortes de ruminants, sont tellement multiples que la filiation devient difficile à suivre ; mais cet embarras, c'est l'embarras du choix; nous sommes véritablement en présence de ce chaos de formes passant les unes aux autres qui, suivant les adversaires du transformisme, devrait être le résultat de la plasticité des espèces.

Les Pachydermes, à la fois ancêtres des rhinocéros, des tapirs, des chevaux, des sangliers, des hippopotames et des ruminants, prennent une importance zoologique considérable : cette importance est encore accrue par deux découvertes récentes. On a longtemps placé tout auprès des singes de singuliers animaux, aujourd'hui particuliers à Madagascar, les Lémuriens dont les Makis sont les principaux représentants. Or l'*Adapis* tertiaire, considéré par Cuvier comme un pachyderme, n'est autre chose, suivant MM. Gaudry et Filhol, qu'un type intermédiaire entre les Lémuriens et les Pachydermes; les singes eux-mêmes se rattachent par les *Cebochærus* ou singe-cochon à ce groupe remarquable qui pourrait dès lors avoir donné naissance à plus de la moitié des mammifères. Cela suppose chez les premiers pachydermes une plasticité vraiment surprenante.

Nous sommes désormais en mesure de répondre à bien des objections. A ceux qui opposent au transformisme que les animaux conservés dans les sépultures égyptiennes depuis des milliers d'années sont identiques aux animaux d'aujourd'hui, nous sommes en droit de dire : Remontez à de plus antiques sépultures, exhumez les ossements des animaux quaternaires et tertiaires et vous trouverez la preuve des variations que vous cherchez.

A ceux qui soutiennent que les espèces ne varient qu'à l'état de domesticité ou ne forment de races que sous la main de l'homme, nous pouvons rappeler les *Cynodictis* du Quercy et les *Cænotherium* de Saint-Gérand-le-Puy que nul œil humain n'avait peut-être jamais contemplés.

A ceux qui prétendent que les espèces ne varient que dans des limites étroites, nous sommes en mesure de montrer tous ces carnassiers tertiaires que relient les passages les plus insensibles et qui fournissent, en définitive, des êtres aussi différents les uns des autres que nos chats et nos ours, nos chiens et nos martres.

Mais poursuivons nos études. Nous ne sommes pas encore sortis de la classe des mammifères. Peut-on admettre qu'un lien quelconque de parenté ait jamais uni des êtres tels que les mammifères et les vertébrés inférieurs ou les oiseaux, les reptiles et les poissons.

Reportons-nous à la période secondaire. Il n'existe encore que de rares et chétifs mammifères ; mais des monstres gigantesques et terribles hantent cependant les mers et les forêts. Ce sont des reptiles : les uns, comme l'Iguanodon, sont herbivores et précèdent les lourds pachydermes de la période tertiaire ; d'autres, comme le Mégalosaure, sont carnassiers. Ils constituent avec quelques autres genres le groupe des Dinosauriens ou Sauriens redoutables. Le port de la plupart d'entre eux est tout autre que celui des reptiles actuels : leurs pattes sont élevées au-dessus du sol; quelques-uns, comme les *Compsognathus* ou même les *Iguanodons,* les *Lælaps,* marchent comme les gerboises et les kanguroos debout sur leurs longues pattes de derrière, les pattes de devant, beaucoup plus courtes, n'appuyant pas sur le sol.

Quelle singulière allure pour un lézard !

L'examen du squelette révèle des modifications inattendues : le bassin est devenu presque complètement un bassin d'oiseau et souvent la patte tout entière a pris la constitution de celle de ces animaux : le crâne du *Compsognathus* présente des nombreuses particularités, aujourd'hui propres aux oiseaux; toutefois ses longues mâchoires, au lieu de porter un bec, sont garnies de dents fines et serrées. Le *Compsognathus* perchait peut-être comme les oiseaux, mais il ne volait pas. La faculté du vol se développe cependant à ce moment même chez les reptiles. Les Ptérodactyles, les Rhamphorhynques, les Dimorphodons avaient de véritables ailes constituées, il est vrai, d'une façon toute particulière et rappelant un peu celles des chauves-souris. La tendance vers la classe des oiseaux ne se manifeste pas moins, chez les reptiles, par des caractères importants : la queue se raccourcit chez les Ptérodactyles ; le crâne est déjà un crâne d'oiseau ; les vertèbres dorsales deviennent immobiles chez les Rhamphorhynques, dont les mâchoires dépourvues de dents à leur extrémité libre, comme celles des Dimorphodons, se terminaient par un véritable bec. L'*Archæopteryx,* contemporain de ces étranges créatures, est plus singulier encore. Son corps est presque entièrement celui d'un reptile. Ses membres antérieurs sont terminés par trois doigts libres et pourvus d'ongles ; sa tête ressemble un peu à celle d'un Ptérodactyle et possède, au lieu d'un bec, des mâchoires munies de longues dents ; le corps se termine par une longue queue semblable à celle des lézards. Mais, chose étonnante ! Ce lézard est emplumé. Ses membres antérieurs, sa longue queue portent de véritables pennes; une collerette de plumes garnit son cou; le reste du corps est peut-être demeuré nu ou couvert d'écailles : on n'a pas d'indications à cet égard. Ainsi l'animal est encore reptile par la plupart de ses caractères; il est oiseau par son plumage. Enfin, divers oiseaux fossiles, découverts dans les couches américaines de la craie, ne diffèrent guère des oiseaux actuels que par leurs mâchoires armées de dents.

Les principaux passages entre les Reptiles et les Oiseaux ont donc été retrouvés et l'on peut dire que les oiseaux ne sont que des lézards transformés.

Si l'on rapproche les variations offertes par les reptiles durant la période secondaire de celles offertes par les mammifères durant la période tertiaire, on ne peut ériger en une sorte de loi qu'au moment où, par l'ensemble de ses caractères importants, un type donné acquiert une certaine prédominance dans la nature, il varie dans des proportions considérables, en raison même de sa multiplication, et s'adapte aux conditions d'existence les plus diverses. C'est alors que certaines combinaisons de caractère, plus avantageuses dans quelques-

unes de ces conditions spéciales, se dégagent et finissent par réaliser un type nouveau à côté de celui qui vient d'atteindre son apogée. Les variations ont lieu sans but déterminé. Tout ce qui est possible, à un moment donné, se réalise. De là la multitude des formes intermédiaires et la complexité des liens qui les unissent; mais bientôt cette sorte de tâtonnement cesse; les formes intermédiaires disparaissent et le type qui se cherchait émerge seul pour se perpétuer plus ou moins longtemps dans les périodes suivantes.

Nous avons maintenant la certitude que, dans l'étendue d'une même classe, les ordres, les familles, les genres, les espèces peuvent provenir les unes des autres; nous savons aussi que, par une série d'adaptations spéciales à des modes d'existence, une classe peut sortir d'une autre classe.

Mais la science ne se contente pas de constater les effets; elle prétend remonter aux causes. Il ne suffit pas de savoir que les espèces animales sont susceptibles de varier, il faut aussi savoir pourquoi elles varient. Bacon proposait déjà de rechercher par l'expérience les causes de leurs modifications. L'expérience est difficile, mais l'observation peut y suppléer dans une certaine mesure. Un homme dont on ne doit prononcer le nom qu'avec respect, un savant qui, par ses vastes travaux descriptifs, mérita des zoologistes nomenclateurs le nom de Linné français, tandis que les philosophes lui réservent parmi eux une place d'honneur, notre grand Lamarck, essaya le premier de trouver une explication. Convaincu que les animaux les plus complexes dérivent des plus simples, sous l'action toute-puissante du milieu extérieur, il se demande comment peut s'exercer sur eux cette action. Suivant lui, les circonstances dans lesquelles un organisme doit vivre le stimulent en faisant naître chez lui le sentiment du besoin. Le besoin détermine l'animal à agir; pour satisfaire aux impulsions qu'il en reçoit, il se sert habituellement de quelques-uns de ses organes de préférence aux autres. Les organes dont il fait un plus fréquent usage se développent davantage par l'exercice, ceux qui demeurent au repos tendent, au contraire, à s'atrophier et à disparaître. Ainsi la puissance vitale se transporte successivement d'une partie de l'animal à une autre, remaniant les organes, modifiant leurs proportions et leur agencement relatifs, diversifiant sans cesse tout ce qui a vie jusqu'à produire la merveilleuse variété du monde qui nous entoure.

Geoffroy Saint-Hilaire attribue une importance plus grande à l'influence directe des agents extérieurs, et notamment à celle de la température et de l'atmosphère. Il croit, comme Pascal, dont il cite les paroles, à une mutation incessante des formes animales au fur et à mesure qu'un degré de plus dans refroidissement de la terre rend variables les milieux ambiants. La respiration est pour lui l'une des causes les plus puissantes de modifications, soit que le milieu respirable agisse directement sur l'appareil respiratoire, soit que des modifications éprouvées par ce dernier retentissent sur tout le reste de l'organisme. Mais à cette action directe, l'étude approfondie qu'il a faite des causes des monstruosités l'autorise, pense-t-il, à ajouter ces mêmes causes qui joueraient un rôle important dans la production de types organiques nouveaux. Un accident survenu à l'appareil respiratoire d'un reptile pendant son développement suffirait pour faire de cet animal un oiseau! Affirmation curieuse, car elle montre jusqu'à quel point Geoffroy Saint-Hilaire admettait la possibilité de la variation des espèces, parce qu'elle montre en même temps avec quelle pénétration le génie de l'illustre auteur de la *Philosophie anatomique* avait su deviner un point de la généalogie du règne animal que la paléontologie devait démontrer quarante ans plus tard.

Il y a dans ces tentatives d'explication une part de vérité à côté d'erreurs inévitables peut-être à une époque où la zoologie scientifique se constituait par les efforts et l'antagonisme même des membres de ce glorieux triumvirat : Lamarck, Geoffroy Saint-Hilaire et Cuvier. Mais, il faut le reconnaître, ni Lamarck, ni Geoffroy n'avaient touché le nœud de la question : la formation des *espèces*. Que l'on admette ou non la mobilité des formes vivantes, il n'en est pas moins certain que, dans le règne animal comme dans le règne végétal, le plus grand nombre des individus ont pour parents des êtres semblables à eux et transmettent leur propre forme, jusque dans ses moindres détails, à leur descendance; il est non moins certain qu'à côté d'un individu donné, on en trouve un grand nombre qui lui ressemblent autant qu'il ressemble lui-même à ses ancêtres et à sa progéniture, et qui sont capables, en s'unissant à lui, de produire de nouveaux individus présentant les mêmes caractères et possédant les mêmes facultés. Il est certain qu'entre l'ensemble des organismes ainsi définis et ceux qui en diffèrent le moins, il existe *le plus souvent* un hiatus; que la reproduction est difficile, parfois impossible, entre individus appartenant respectivement aux groupes les plus voisins. Chacun de ces groupes constitue une *espèce*, ordinairement assez bien délimitée. Il faut expliquer la formation de ces espèces, et l'on ne voit pas, dans les théories de nos illustres compatriotes, comment une démarcation a pu s'établir entre elles. Il semblait, au contraire, qu'il ne dût y avoir dans la nature que des individus passant graduellement les uns aux autres par les transitions les plus insensibles et les plus ménagées. Comment expliquer les sauts plus ou moins brusques que l'on constate ?

C'est là que Charles Darwin a repris la question. Dans l'explication des modifications des organismes, Lamarck avait surtout fait intervenir la réaction de l'animal sur lui-même; Geoffroy, l'action directe du milieu; Darwin fait appel à l'action réciproque des organismes les uns sur les autres. Tout être vivant, en raison même de la puissance limitée de ses moyens de locomotion, est confiné dans un espace relativement peu étendu. Dans cet espace, les moyens de subsistance sont restreints. Chacun est obligé de les conquérir, non seulement sur ses semblables, mais encore sur les animaux d'espèce différente qui peuvent les convoiter. Ce n'est pas seulement la nourriture, c'est encore la place, c'est encore le droit à se perpétuer que se disputent les divers individus; la lutte pour la vie s'établit donc d'autant plus âpre, d'autant plus rigoureuse que le nombre des combattants est plus considérable, que leurs besoins sont plus pressants. Le droit de vivre est le prix d'une bataille, constamment soutenue et constamment

gagnée; le droit de fonder une famille et de l'élever est lui-même la consécration d'une victoire. Dans cette mêlée incessante et impitoyable, tous n'arrivent pas également armés; tous ne se défendent pas de la même façon. A ceux qui n'ont pas la force musculaire, les dents et les griffes meurtrières des grands carnassiers ou les puissants moyens de défense de certains herbivores, l'agilité à la course, la ruse, la couleur qui rend la dissimulation facile, la petitesse de la taille, qui permet de profiter des moindres retraites, sont souvent des avantages. Si, parmi les individus d'une même espèce, quelqu'un acquiert sur ses semblables l'un quelconque de ces privilèges, il aura chance de vivre plus longtemps; vivant plus longtemps, sa progéniture sera plus considérable et parmi elle, se trouveront un certain nombre d'individus qui auront hérité des caractères avantageux de leurs parents. Ces individus se propageront à leur tour, transmettant à leur descendance ces mêmes caractères. A chaque génération, le nombre des individus perfectionnés augmentera; bientôt des alliances, de plus en plus fréquentes, se produiront entre eux; en vertu des lois de l'hérédité, le perfectionnement ira croissant et finalement une race nouvelle, mieux pourvue pour la lutte, se constituera par un procédé de *sélection naturelle* exactement comparable au procédé de sélection si connu des éleveurs. Ainsi, pour Darwin, les espèces varient spontanément ou sous l'action de causes qui restent à déterminer; en raison de la lutte pour la vie dans laquelle tous les individus sont engagés, les variations désavantageuses ou inutiles sont éliminées; seules, les variations favorables au succès dans la lutte sont conservées et accrues par hérédité : il ne persiste donc qu'un petit nombre de formes au milieu de celles qui se produisent; les formes intermédiaires n'ont qu'une durée éphémère et disparaissent. Quant aux formes persistantes, elles se fixent de plus en plus par la succession des générations, s'adaptant d'une façon aussi parfaite que possible aux conditions dans lesquelles elles se sont développées, et demeurant ensuite immuables tant que ces conditions ne subissent elles-mêmes aucun changement. Ce sont elles qui forment les espèces nouvelles.

Il résulte de l'adaptation des organismes aux conditions de leur existence que chacune de leurs parties semble constituée en vue de ce mode particulier d'existence. Comme dans ces cas de *mimétisme* où l'animal peut prendre la couleur et jusqu'à la forme des objets qui l'entourent habituellement, l'harmonie qui existe entre l'animal et le milieu dans lequel il vit est souvent saisissante; elle semble au premier abord ne pouvoir résulter que des profonds calculs d'une intelligence infinie, ayant donné à chaque organisme tout ce qui peut assurer sa subsistance dans des conditions données. Loin de nous la pensée de contester qu'une telle intelligence ait présidé au développement des êtres vivants; mais là, comme dans le monde inorganique, elle a confié la réalisation des phénomènes aux actions réciproques des éléments en présence, actions régies elles-mêmes par des lois immuables.

Il faudrait se garder de croire que le résultat de cette adaptation constante des êtres vivants à leurs conditions d'existence soit un progrès continu, une complication de plus en plus grande de leur organisme. Il est tel genre de vie dans lequel une simplification peut être, au contraire, avantageuse : les humbles échappent souvent aux dangers qui menacent les grands. On trouve à un haut degré la trace de simplifications de ce genre chez les animaux qui vivent en parasites sur d'autres animaux ou sur ceux qui mènent une existence sédentaire. On en trouve même chez les animaux supérieurs, où des organes de taille extrêmement réduite, incapables d'accomplir aucune fonction des organes rudimentaires, témoignent que les ancêtres des animaux actuels ont possédé ces organes dans un état de développement qui leur permettait d'avoir un rôle physiologique. Adaptation n'est donc pas synonyme de progrès ou tout au moins de complication organique. C'est là un point important, car il donne le moyen d'éliminer une des objections les plus graves, en apparence, que l'on ait opposées au transformisme. Certains naturalistes ont cru voir une sorte de hiérarchie entre les êtres vivants; ils se sont persuadé que l'évolution organique avait dû se produire suivant l'ordre de perfection qu'ils avaient admis et ont fait des exceptions constituant autant d'objections à la doctrine. Ainsi M. Barrande, l'illustre savant à qui l'on doit une étude si approfondie des terrains anciens, croit trouver une contradiction entre la doctrine de la descendance et les faits, lorsqu'il constate que les mollusques du type des huîtres n'ont apparu dans les mers qu'après les Gastéropodes et les Céphalopodes, qu'il considère comme plus parfaits. L'objection perd évidemment toute valeur, si l'on démontre, ce qui n'a rien d'invraisemblable, que les Acéphales ne sont que des Gastéropodes dégénérés.

Louis Agassiz a opposé à la théorie de la descendance une objection plus grave : c'est, du reste, l'objection que lui faisait, au fond, Cuvier lui-même. Tandis que Geoffroy Saint-Hilaire s'efforçait de démontrer que les animaux sont tous construits sur le même plan et attribuait les différences qui existent entre eux au degré plus ou moins grand de développement de parties qu'il supposait communes à tous, thèse éminemment favorable au transformisme, Cuvier distinguait, au contraire, quatre types d'organisation parfaitement distincts, entre lesquels il n'admettait aucune forme de passage : c'était ce qu'il nommait les quatre embranchements du règne animal : le plus inférieur de ces embranchements était celui des Zoophytes, caractérisés par une disposition rayonnée de leurs parties; venait ensuite le type des Articulés, comprenant des animaux, tels que les Vers ou les Insectes, formés de segments placés bout à bout; puis le type des Mollusques, dont le corps souvent irrégulier ne présente aucune trace externe de division; enfin le type supérieur était celui des Vertébrés, dont l'homme est la plus haute expression et qui comprend les poissons, les batraciens, les reptiles, les oiseaux et les mammifères. Ces quatre types étant irréductibles l'un à l'autre, on ne peut faire provenir un vertébré d'un mollusque, un mollusque d'un articulé, un articulé d'un zoophyte. Or, sauf dans ce dernier embranchement, les formes vivantes les plus inférieures de chaque type sont déjà des organismes compliqués : ils ne peuvent provenir des organismes plus simples; donc ils ont été créés à part. Si l'évolution des formes organiques s'arrête là, si l'on est obligé

d'admettre une création spéciale pour chaque embranchement, pourquoi admettrait-on le contraire pour les diverses formes qui constituent l'embranchement lui-même? N'est-il pas plus rationnel de les considérer comme aussi indépendantes les unes des autres que les embranchements le sont eux-mêmes?

Bien que cette objection soit surtout théorique et qu'elle ne puisse détruire les conséquences qui résultent invinciblement des documents généalogiques recueillis par les paléontologistes, elle pourrait à bon droit laisser une impression profonde dans les esprits; il importe donc de montrer quelle est sa valeur réelle et d'établir quels rapports peuvent exister entre les animaux classés dans des embranchements distincts, comme nous avons établi ceux qui existent entre les animaux de classe, d'ordre, de famille, de genres différents.

Si les animaux supérieurs n'ont pas été créés isolément, ils ne peuvent provenir que d'une transformation et d'un perfectionnement des animaux les plus simples. Or, quand on mesure la distance qui sépare le point d'arrivée du point de départ, il paraît bien invraisemblable que le hasard, provoquant des variations accidentelles, aidé de la sélection naturelle, ait seul présidé à l'évolution des organismes : on est donc amené à rechercher s'il n'existerait pas chez les organismes inférieurs quelque propriété générale qui permettrait de rendre compte du chemin parcouru. Eh bien, cette propriété existe et dans quelques-uns des groupes inférieurs du règne animal nous pouvons en suivre pas à pas les merveilleux effets (1).

On trouve fréquemment dans nos eaux douces un petit animal, de couleur brune ou verte, ayant la forme d'un sac cylindrique, fixé aux herbes aquatiques par l'une des extrémités et offrant à l'extrémité opposée une ouverture unique, entourée de longs bras. C'est là l'Hydre d'eau douce, célèbre depuis les recherches de Trembley, et qui est devenue le type d'une classe d'animaux extrêmement nombreuse, comprenant surtout des animaux marins, la classe des Polypes hydraires.

Que l'on conserve pendant quelque temps une de ces hydres en chartre privée en la nourrissant abondamment d'infusoires ou de petits crustacés et en la maintenant à une douce température, on verra bientôt une petite bosselure se former sur son corps; en quelques jours cette bosselure sera devenue une hydre nouvelle. Puis une seconde bosselure apparaîtra ; il s'en formera même sur le corps du jeune individu et chacune sera bientôt un polype indépendant. Tant que ces hydres de diverses générations demeurent unies, leurs cavités digestives communiquent largement entre elles; chacune mange pour toutes ; la petite société offre l'image du communisme le plus absolu. En général, chaque hydre, après avoir vécu quelque temps avec sa mère, s'en sépare et va tenter la fortune pour son compte ; mais, et c'est la vie de tous les jours, que la nourriture soit abondante, la température élevée, les membres de la même famille jouiront sans se séparer de ce bien-être. Trembley a pu obtenir ainsi une famille composée de la mère et de dix-sept petits.

Ce qui n'arrive qu'accidentellement chez l'hydre d'eau douce devient un phénomène normal chez les Hydraires marins; ils vivent ainsi tous en famille et les zoologistes désignent ces familles sous le nom de *Colonies*. Il semblerait que la lutte pour la vie ait été rendue plus facile par l'association d'individus ayant les mêmes intérêts; que dans le règne animal, comme dans nos sociétés humaines, la solidarité engendre la force. Mais la vie sociale constitue pour les individus qui s'y soumettent une condition d'existence toute nouvelle et d'une haute importance. On sait depuis longtemps que les animaux parasites présentent une dégénérescence frappante du type auquel ils appartiennent, en même temps qu'une modification profonde de quelques-unes de leurs fonctions. Dans une colonie, quelques individus peuvent ainsi vivre aux frais communs et revêtir par suite une forme particulière ; mais ils ne peuvent subsister cependant qu'à la condition d'accomplir quelque fonction utile, car, en raison même de la lutte pour la vie et de la sélection qui en résulte, toute colonie dans laquelle des individus dépensent sans rien produire est fatalement destinée à disparaître devant les colonies où une plus équitable répartition des charges sociales s'est produite. Il suit de là que, dans une colonie, tous les individus n'ont pas nécessairement la même forme ni les mêmes fonctions, c'est-à-dire qu'il se fait entrel es individus associés, suivant l'heureuse expression de M. Milne Edwards, une *division du travail physiologique*, en même temps que chaque individu revêt une forme appropriée à sa fonction, prend, comme on le dit vulgairement, la *figure de son emploi*. Les colonies d'hydractinies sont, à cet égard, particulièrement remarquables. On n'y distingue pas moins de sept formes différentes d'individus. Il résulte de cette division du travail une solidarité de plus en plus étroite entre les membres de la colonie ; les individus associés ne peuvent pas se séparer ; on peut considérer la colonie comme une sorte d'organisme dont les différents individus, accomplissant chacun une fonction particulière, seraient les organes.

Or ce n'est point là une simple vue de l'esprit. Chez les végétaux, Gœthe a depuis longtemps démontré que les feuilles, en se rapprochant, en se modifiant, en se groupant d'une façon particulière, constituaient cet admirable appareil de fructification que l'on nomme la *fleur*. De même dans les colonies de Polypes hydraires, un certain nombre d'individus modifiés se groupent pour constituer un appareil de fructification non moins admirable. Mais, ici, cet appareil se détache assez souvent, après s'être constitué ; il peut nager librement dans le liquide ambiant ; c'est alors un animal parfait dont les naturalistes ont longtemps ignoré la parenté avec les Hydres, une de ces élégantes et gracieuses méduses, à l'ombrelle transparente qui abondent dans toutes les mers.

Ceci est un point important.

(1) Les propositions qui suivent n'ont pu être qu'indiquées dans le cours d'une conférence; mais j'ai fait tous mes efforts pour les établir sur des bases solides, durant mes cours de ces deux dernières années, et la démonstration en sera complétée dans un ouvrage sur *les Colonies animales et la formation des organismes*, qui va paraître incessamment.

Les Méduses, et je pourrais ajouter les Polypes coralliaires, nous prouvent que ce que nous appelons un *animal* peut résulter de l'association intime de plusieurs animaux moins complexes. Les colonies des polypes hydraires se chargent de nous en fournir une autre démonstration plus complète. En général, l'individu qui fonde leurs colonies, après avoir nagé quelque temps, se fixe sur le sol, de sorte que la colonie est condamnée à l'immobilité. Dans ce cas, la solidarité entre les individus n'est jamais bien étroite. Mais il arrive aussi que l'individu fondateur de la colonie demeure libre et la colonie forme alors de gracieuses guirlandes flottantes qui se comportent comme autant d'animaux et sont, en réalité, de véritables animaux, bien que chacun d'eux soit composé d'un nombre, souvent immense, de méduses et de polypes hydraires diversement modifiés. Ce sont les *siphonophores,* dont plusieurs espèces habitent nos mers et sont certainement les plus splendides créatures que l'on puisse voir.

Que le premier individu d'une colonie demeure flottant ou se fixe, ses bourgeons pourront se développer dans les directions les plus variées, de sorte que la colonie pourra s'étendre dans tous les sens ou tout au moins se développer en surface. S'il se produit en elle un groupement d'individus soit sur un axe, soit autour d'un centre, et que ce groupe s'individualise, l'animal qui en résultera appartiendra nécessairement au type rayonné. Or il n'existe pas un animal rayonné que nous ne soyons autorisé à considérer, par les circonstances de son développement, comme formé dans ces conditions. Le type rayonné est donc dû exclusivement à ce fait que l'individu simple, d'où sont descendus les animaux appartenant à ce type, se fixait au sol ou demeurait flottant dans le liquide ambiant.

Supposons, au contraire, que l'individu fondateur de la colonie, trop lourd pour flotter, conserve cependant sa liberté. Il tombera au fond des eaux; ses tissus cédant à l'action de la pesanteur, son corps devra s'aplatir; sa bouche devra se tourner vers le sol pour y chercher sa nourriture; l'animal aura donc une face dorsale et une face ventrale; en raison des nécessités de la recherche de la nourriture, la progression ne pourra se faire que dans la direction de la bouche; il y aura donc un côté antérieur, un côté postérieur et par conséquent un côté droit et un côté gauche : un animal à symétrie bilatérale succédera par ce simple fait à un animal sphéroïdal. Ce changement ne pourra manquer d'affecter considérablement le mode de formation des bourgeons. Il est évident que la progression de l'animal serait singulièrement compromise par la formation de bourgeons antérieurs, de bourgeons latéraux ou de bourgeons ventraux; quant aux bourgeons dorsaux, la pesanteur qui aplatit l'animal s'oppose à elle seule à leur formation; il ne pourra donc se produire que des bourgeons postérieurs : les nouveaux individus se disposeront bout à bout, de manière à former une *colonie linéaire.*

Le même raisonnement montre que dans ces colonies le bourgeonnement devra se localiser à l'extrémité postérieure du corps. Dans une colonie linéaire ainsi constituée, les rapports entre les différents organismes composants sont plus étroits que partout ailleurs; la solidarité est telle qu'aucun des membres de la colonie ne peut accomplir un mouvement sans que tous ses compagnons en soient avertis; une telle société doit donc avoir une tendance à se constituer rapidement en organisme et cette tendance est d'autant plus grande que la colonie est libre et que nous avons déjà vu l'indépendance favoriser singulièrement le développement de la personnalité.

D'ailleurs tous les individus associés dans une colonie linéaire ne sont pas dans les mêmes conditions : le premier et le dernier ont un rôle spécial à jouer, en raison même de leur position. Le premier qui détermine le sens dans lequel marche la colonie, qui doit explorer pour elle le terrain sur lequel il l'engage, découvrir sa nourriture et s'en emparer, le premier individu, dis-je, a un rôle particulièrement actif. Sur lui, doivent se concentrer et se développer, outre la bouche, les organes des sens à peu près inutiles à ses compagnons qu'il entraîne; mais cet individu qui porte la bouche, qui porte les organes des sens, qui occupe la partie antérieure de la colonie, qu'est-ce autre chose, sinon ce que nous appelons une *tête?*

Entre un animal du type des Articulés et une colonie linéaire telle que celle que nous venons de définir, on ne saurait signaler aucune différence. Les animaux articulés sont donc, comme les animaux rayonnés, des associations, des colonies d'animaux plus simples, dont l'arrangement a été déterminé par le mode d'existence du premier individu de la colonie. Chacun des anneaux dans lequel se décompose le corps d'un Ver, le corps d'un Insecte, est un organisme à part et nous en avons déjà une preuve dans la facilité avec laquelle, chez certains vers, ces animaux se détachent les uns des autres pour former de nouvelles colonies. Coupez un ver de terre par le milieu, vous en ferez deux. Mais le mode de développement de ces animaux nous fournit une démonstration plus convaincante encore de cette vérité. La plupart des vers sortent de l'œuf sous la forme d'une larve sphéroïdale, portant une couronne de cils vibratiles au-dessous de laquelle se trouve la bouche; c'est ce qu'on nomme la *Trochosphère;* la plupart des Crustacés, au moment de l'éclosion, ont aussi une forme commune très simple, celle du *Nauplius.* Le développement de ces larves s'accomplit exactement de la même façon; suivons les transformations de l'une d'elles, le Nauplius par exemple. A sa partie postérieure, le jeune animal produit successivement une série d'individus à très peu près semblables à lui; ce sont les anneaux du futur articulé. A mesure que leur nombre augmente, le Nauplius subit d'importantes métamorphoses. A sa naissance, il possédait trois paires de pattes : les deux premières se relèvent vers la région dorsale formant les antennes, tandis que la troisième constitue les mandibules de l'animal adulte. Le Nauplius tout entier est employé à former la tête de celui-ci; au moment de la naissance, cette tête représentait donc tout l'animal; elle était elle-même un animal autonome; c'est elle qui a produit le reste du corps et elle n'a eu pour y parvenir qu'à se reproduire elle-même. Chacun des anneaux du corps est

donc comme la tête, dont il n'est que la répétition, un animal autonome. Quelle meilleure preuve que l'ensemble de ces animaux est une colonie ?

Toutefois les choses ne se passent pas toujours ainsi; bon nombre d'annélides et d'articulés, les araignées et les insectes notamment, éclosent sous une forme infiniment compliquée et souvent avec un nombre d'anneaux égal à celui de l'animal adulte. Notre proposition est-elle infirmée pour cela? Nullement.

L'aptitude à vivre en société est, en effet, une aptitude héréditaire qui réagit d'une façon remarquable sur les propriétés des œufs produits par les individus associés. Lorsque l'on vient à étudier le mode de formation des diverses sortes de colonies, on voit le bourgeonnement devenir de plus en plus précoce chez les individus associés à mesure que la personnalité de la colonie devient de plus en plus marquée. L'œuf tend à reproduire le plus rapidement possible, non seulement l'individu qui l'a produit, mais la colonie elle-même, dont cet individu faisait partie; la larve qui sort de l'œuf d'un siphonophore commence déjà à bourgeonner avant de s'être transformée en polype; chez de remarquables Tuniciers, les Pyrosomes, qui forment des colonies flottantes, l'individu né dans l'œuf produit, avant d'être complètement formé, quatre nouveaux individus, puis meurt et se résorbe, de sorte qu'il n'éclôt même pas et que de l'œuf d'un pyrosome sortent, non pas les fils, mais les petits-fils de l'individu qui l'a pondu. A leur naissance, les jeunes animaux sont déjà groupés en colonie. Cette remarquable accélération des phénomènes de développement est encore plus marquée dans les colonies linéaires où l'on peut suivre toutes les phases de l'accélération embryogénique depuis le cas où les nouveaux anneaux se forment lentement et un à un, à la manière du Nauplius ou de la Trochosphère, jusqu'à celui où tous les anneaux semblent se former simultanément dans l'œuf, comme chez les crustacés supérieurs, les insectes, les arachnides ou même certains vers.

Ce fait qu'un animal quitte l'œuf avec sa forme définitive ne prouve donc pas que cet animal ne résulte pas lui-même d'une association plus ou moins complexe d'animaux plus simples. Nous avons donc le droit de nous poser cette question : le mode de formation des organismes, que l'étude des rayonnés et des articulés permet de prendre sur le fait, s'applique-t-il aussi aux types plus élevés des mollusques et des vertébrés? On peut répondre oui sans hésiter et la preuve en est facile à donner.

Tout d'abord, la première forme que revêtent les mollusques durant leur développement n'est autre que cette forme de trochosphère commune à tous les vers annelés. Les mollusques se rattachent donc étroitement à ces animaux. Chez eux, peu de temps après sa formation, le trochosphère s'enveloppe dans une sorte d'étui solide, qui s'allonge assez souvent, plus tard, en un tube enroulé en spirale. C'est là le trait caractéristique des mollusques : ils habitent une coquille; ceux-là même qui à l'état adulte en sont dépourvus en possédaient une dans le jeune âge. Or il existe précisément un groupe nombreux de vers annelés qui habitent, eux aussi, des tubes solides. Si les mollusques sont comparables à des vers, c'est certainement de ceux-là qu'ils doivent être rapprochés. Ces vers sont eux-mêmes identiques aux vers annelés ordinaires, à cela près que l'animal n'étant plus en relation avec le monde extérieur que par son premier anneau, celui-ci prend un développement exceptionnel et cumule toutes les fonctions de relation. Il doit en être ainsi chez les mollusques : tous leurs organes de relation doivent aussi se concentrer vers la tête : ainsi les bras d'un poulpe sont comparables aux antennes des annélides; le pied, les cornes et quelques autres appendices des colimaçons sont aussi des dépendances de la tête : la large sole sur laquelle marchent ces animaux n'est qu'un appendice céphalique, une sorte d'antenne modifiée et l'on s'explique dès lors que les organes auditifs soient souvent, chez les mollusques, contenus dans le pérot. Une fois ce point acquis, — et l'embryogénie en démontre surabondamment l'exactitude, — toute l'organisation des mollusques découle de la façon la plus simple de celle des vers tubicoles, tels que les Serpules. Le type mollusque n'est donc qu'une modification extrême du type des vers annelés, modification produite, elle aussi, par un genre de vie très particulier : l'habitation dans un tube clos de toutes parts. Les mollusques ne constituent pas un type primitif, comme les rayonnés et les articulés, ils constituent un type dérivé de ces derniers.

Restent les Vertébrés. On a longtemps cherché à les relier aux invertébrés, sans réussir à combler la lacune qui semble exister entre eux. Geoffroy, Ampère, et après eux divers naturalistes, avaient déjà fait remarquer les curieuses ressemblances que l'on observe entre un vertébré et un articulé placé sur le dos; ils en avaient conclu que le dos des premiers correspondait à l'abdomen des seconds et inversement. C'était une voie ouverte; elle fut malheureusement abandonnée. Plus tard, le naturaliste russe Kowalewsky, étudiant le développement du vertébré le plus inférieur, l'Amphioxus, crut pouvoir le rapprocher d'animaux que l'on considérait alors comme voisins des mollusques, les Ascidies; mais la conclusion à tirer de ses recherches est simplement que les Tuniciers sont moins rapprochés des mollusques qu'on ne l'a cru pendant longtemps. La vraie solution a été indiquée par les belles recherches de Semper et de Balfour sur l'embryogénie des requins. On peut aujourd'hui considérer comme acquis que les vertébrés sont, eux aussi, des animaux annelés et n'étaient primitivement, par conséquent, que des colonies linéaires. Leurs vertèbres sont comme les derniers restes de l'annulation primitive. La différence de type entre les vertébrés et les animaux annelés résulte simplement d'un transfert de la bouche à la région opposée à celle qu'occupe le système nerveux, transfert dont la cause première est peut-être dans la précocité du développement des masses nerveuses centrales et dans leur volume relativement considérable. Or ces phénomènes et divers autres traits de l'organisation des vertébrés trouvent leur explication dans l'accélération extrême du développement de la colonie d'où dérivent ces animaux.

Les vertébrés rentrent donc, comme les mollusques, dans

le mode de formation des organismes que nous ont révélés les organismes inférieurs, et nous pouvons énoncer ce principe général : « Tous les animaux supérieurs, tous ceux qui présentent un type nettement caractérisé, ne sont que des colonies d'organismes primitivement distincts, nés les uns des autres et diversement associés, modifiés et fusionnés, de manière à former une nouvelle unité, une individualité d'une nouvelle espèce. »

Jetons maintenant un coup d'œil sur l'ensemble du règne animal; il devient facile d'en tracer, d'une façon rapide, claire et saisissante, l'évolution. Les premiers êtres vivants ont paru sur la terre sous forme de grumeaux presque microscopiques d'une catégorie particulière de substances, qui forment encore la base de tout ce qui vit et qu'on nomme les protoplasmas. Au centre de ces grumeaux, une portion de la substance protoplasmique s'est condensée, de manière à former une sorte de noyau; parfois, à la surface, une autre portion s'est modifiée, de manière à constituer une membrane enveloppante; ainsi ont pris naissance ce que les anatomistes nomment des *cellules* ou des éléments anatomiques, éléments qui forment exclusivement tous les tissus de tous les organismes, animaux et végétaux. Une plante, un homme, ne sont que le résultat de l'accumulation de myriades de ces cellules formant une vaste société. Or toutes les cellules d'un même organisme proviennent d'une cellule unique, l'*œuf,* qui les a produites par une série d'innombrables bipartitions successives. Mais il s'en faut que les cellules primitives aient formé d'emblée, en s'associant, les organismes supérieurs. En se divisant et en demeurant associées, elles ont simplement formé une foule de petits organismes très simples, dont les larves des éponges et des polypes, les hydres d'eau douce, la trochosphère, le nauplius, ou encore la fameuse *gastrula* de Hæckel, peuvent nous donner une idée. Parmi ces animaux, beaucoup ont disparu; d'autres se sont perfectionnés intérieurement et ont produit des organismes tels que nos Rotifères; d'autres enfin possédaient la faculté de reproduire des organismes semblables à eux, soit par voie de division transversale, soit par voie de bourgeonnement, après avoir atteint leur taille définitive. C'est de ceux-là qu'est issue la presque totalité du règne animal. Ces animaux vivaient dans toutes les conditions possibles : les uns nageaient entre deux eaux, d'autres se fixaient au sol sous-marin, d'autres enfin rampaient au fond des mers. Des premiers et des seconds sont nés toutes les colonies irrégulières et tous les animaux rayonnés; les troisièmes ont donné naissance à tous les animaux à symétrie bilatérale, aux articulés, aux mollusques et aux vertébrés. Entre ces animaux et les animaux rayonnés, il n'y a donc jamais eu rien de commun; les Zoophytes forment un groupe tout à fait à part; un zoophyte ne s'est jamais transformé ni en ver, ni en mollusque, ni en vertébré. Il y a là deux types primordiaux, presque aussi anciens que le monde vivant.

Les animaux symétriques étaient tout d'abord des colonies d'animaux semblables entre eux, placés bout à bout, des colonies linéaires. Parmi eux, quelques-uns ont acquis la singulière faculté de sécréter un abri, formé d'un tube ouvert à l'une de ses extrémités seulement : de ce genre de vie si particulier sont résultés les mollusques, qui n'ont jamais rien eu de commun avec les vertébrés; les mollusques, c'est-à-dire les animaux à coquille, tels que les huîtres, les colimaçons, etc., ne se sont par conséquent jamais transformés en poissons ni en vers; ils forment encore un rameau isolé parmi ceux qui dérivent des colonies linéaires.

Les vertébrés enfin sont issus des colonies linéaires, non en raison de l'intervention d'un mode particulier d'existence, mais comme conséquence d'un principe physiologique constant : l'*accélération embryogénique* dans les colonies hautement individualisées.

Ainsi se trouve expliquée l'origine des quatre grands types de Cuvier, ainsi se trouve déterminée leur signification.

Pour les constituer, il est évident que Cuvier n'a tenu compte que du mode de groupement des parties et nullement de la nature même de ces parties. Les organismes les plus divers ont pu se prêter au groupement rayonné ou au groupement linéaire. Il y a donc lieu de distinguer dans chaque type des séries qui sont, elles aussi, demeurées distinctes depuis l'origine même des types et se sont développées, côte à côte, sans jamais se confondre. On doit considérer les éponges, les polypes hydraires et les échinodermes, comme formant ainsi trois séries parallèles, et de même dans les colonies linéaires, comme le prouve la différence profonde qui sépare une *trochosphère* d'un *nauplius,* les arthropodes, c'est-à-dire les crustacés, les mille-pieds, les araignées et les insectes forment une série tout à fait distincte de celle qui, partant des vers annelés, aboutit aux mollusques d'une part, aux vertébrés de l'autre. Ainsi, dès l'origine des choses, cinq séries d'organismes au moins ont dû se développer simultanément, demeurant parfaitement distinctes et sans jamais se toucher. On s'explique donc que leurs débris se trouvent constamment mélangés jusque dans les couches géologiques les plus anciennes.

Du reste, la disposition linéaire présentait des facilités spéciales pour la transformation d'une société d'organismes en individus. Les types qui en dérivent ont dû se réaliser rapidement : il n'y a donc plus à s'étonner de l'apparition précoce des mollusques et des vertébrés ou du grand développement des crustacés au milieu d'une faune peu développée de rayonnés, phénomènes que l'on a si souvent opposés à un transformisme mal compris.

On comprend enfin qu'il n'existe entre les cinq séries que nous avons définies aucun type intermédiaire, et l'absence de tout passage entre elles n'est plus une objection que l'on puisse élever contre la doctrine de la descendance telle que nous venons de la développer, car cette doctrine la prévoit et l'explique.

Ainsi la faculté, générale chez les animaux inférieurs, de se reproduire par voie de bourgeonnement et de former des colonies, l'influence du genre de vie de chaque fondateur de colonie sur la disposition des parties constituant celle-ci, la transformation des colonies en individualités autonomes, la tendance de l'œuf des animaux sociaux à reproduire de plus en plus vite les colonies dont ils font partie,

voilà les causes de cette splendide évolution organique dont nous sommes le récent chef-d'œuvre.

Nous avons assisté à l'évolution des embranchements, à celle des classes, des familles, des genres, des espèces. Notre tâche peut être considérée comme terminée.

J'espère vous l'avoir démontré : des lois simples ont présidé à l'évolution organique. — Si les êtres vivants sont nombreux et variés, comme le sont les phénomènes de la vie, les phénomènes de leur formation ont été régis par des lois peu nombreuses, aussi certaines et aussi précises que celles de la physique et de la chimie.

Pourquoi ne pas le déclarer franchement ? L'homme n'a pas échappé à la loi commune. Par tous les faits de son organisation, par tous les détails de sa structure, l'homme appartient au type vertébré, et nous avons pu faire pressentir la longue élaboration qui avait été nécessaire pour constituer, à l'aide des formes vivantes inférieures, ce type organique dont nous représentons le terme supérieur d'évolution. L'homme ne saurait avoir d'autre origine; mais, loin de rougir de cet humble début, il peut être fier de la rapide et brillante ascension de sa race, car son élévation au rang suprême dans la création est le prix de victoires incessamment remportées sur tout ce qui vivait autour de lui sur la terre.

Et cependant, mesdames et messieurs, on a craint qu'une doctrine qui représentait l'homme triomphant par ses propres forces, dans cette lutte pour la vie, dont la bruyante clameur assiège sans relâche son oreille, on a craint, dis-je, que cette doctrine ne fût une atteinte à Dieu, ne fût une atteinte à la morale.

Mais, pour employer une parole sacrée, les cieux ont-ils cessé de raconter la gloire de Dieu le jour où Newton démontra que les forces qui font mouvoir les astres dans l'espace sont les mêmes que celles qui produisent ce phénomène si modeste, la chute d'un fruit ?

Pourquoi donc contesterions-nous à l'auteur de toutes choses le droit d'avoir chargé une longue série de formes vivantes d'élaborer ce sublime ouvrage de sa puissance qui s'appelle l'âme humaine ?

Quant à la morale, certes on pourrait redouter une doctrine qui ne proposerait d'autre but à l'homme que la victoire dans la lutte pour la vie, c'est-à-dire le succès personnel. Mais telle n'est pas la doctrine transformiste. Le succès, elle nous le montre obtenu par l'association, en d'autres termes, par la solidarité, par l'assistance réciproque, par le travail, par la justice, par le respect de soi-même et des autres. Ne sont-ce pas là les vertus que nous aimons et que nous respectons le plus ? Non, messieurs, une telle doctrine n'est pas corruptive. Discutée aujourd'hui, elle peut devenir la vérité démontrée de demain et, dès maintenant, l'homme doit s'habituer à regarder en face les nouveaux devoirs que pourrait lui imposer une connaissance précise de ses origines.

EDMOND PERRIER,
Professeur au Muséum d'histoire naturelle de Paris.

GÉOLOGIE

La chorologie des sédiments et sa signification pour la géologie et la théorie de la descendance (1).

La géologie et la paléontologie doivent être fondées sur l'étude des phénomènes actuels si l'on veut arriver à une connaissance exacte des changements qui se sont produits jadis sur notre globe, pour l'amener à l'état sous lequel nous pouvons l'observer aujourd'hui.

Ce principe est maintenant, sans doute, universellement admis; mais il est loin d'être appliqué dans toute sa généralité, et cependant lui seul peut nous enseigner tout à la fois l'histoire du développement de la terre et celle des organismes qui la peuplent. Aussi devons-nous nous étonner de voir l'opposition en quelque sorte systématique que font encore aux doctrines de l'évolution et de la descendance un grand nombre de géologues qui semblent dès lors méconnaître que les principes géologiques émis par Lyell conduisent nécessairement à l'enchaînement des êtres et à leur transformation lente.

De l'étude des faits qui se passent aujourd'hui à la surface du globe, il ressort que, partout, les organismes sont sous la dépendance des conditions physiques ; ce sont elles qui règlent la constitution des provinces zoographiques et phytographiques et qui déterminent encore, dans chacune de ces provinces, des séparations en groupes distincts qui ne sont pas réparties uniformément sur tout le territoire, mais en occupent seulement des points particuliers.

La sédimentation elle-même est soumise à ces lois; à telles conditions physiques répondent telles relations de vie et telles formations de roches. De là, dans les dépôts, les différents facies.

Ce mot *facies,* introduit depuis longtemps dans la science, a reçu des interprétations diverses. Mojsisovics a défini ainsi le sens précis dans lequel on devait le restreindre.

« Il est important d'être fixé sur ce fait que le mot *facies* exprime les relations des conditions physiques extérieures avec la nature des sédiments et l'habitat des êtres organisés. Les mêmes facies peuvent se trouver dans des provinces biologiques voisines, les dépôts sont alors identiques et contiennent les mêmes familles ou groupes d'organismes. On ne doit pas comprendre sous cette désignation les différences qui tiennent d'un ordre purement géographique, de même qu'on ne peut opposer, sous ce nom, les formations marines aux formations terrestres. »

Ainsi limités, les facies se trouvent dans la dépendance absolue des phénomènes chorologiques.

(1) D'après les analyses de récents travaux du docteur Mojsisovics von Mojswár, géologue en chef de l'Institut géologique d'Autriche, par le docteur Hœrnes.

Ce nouveau terme *chorologie* a été proposé par Hæckel pour spécifier cette partie de la science qui traite des aires de distribution des organismes à la surface du globe. Il est évident que l'étude des conditions chorologiques qui régissaient la surface de notre planète aux époques anciennes est d'une importance capitale pour la géologie historique ; c'est sur ce nouveau genre de recherches que doit être basée sa chronologie.

Les classifications, pour être exactes, devront donc désormais s'appuyer sur la connaissance de ces conditions. Mojsisovics, dont nous voulons exposer ici les remarquables travaux, est le premier qui ait mis ce fait en pleine évidence ; il a ouvert la voie en faisant une première application de ces principes, dans ses recherches sur la constitution géologique des Alpes, du Tyrol et de la Vénétie (1).

Mais ces études compliquent singulièrement la tâche du géologue. D'après le savant autrichien, les conditions chorologiques se répartissent, en effet, en trois groupes réglés : 1° par la nature du milieu de la formation ; 2° par la région ; 3° par les conditions physiques du lieu, et se subdivisant ainsi :

I. MARIN-TERRESTRE.	II. PROVINCES.	III. FACIES.
Isomésique.	Isotopique	Isopique. Hétéropique.
	Hétérotopique.	Isopique. Hétéropique.
Hétéromésique.	Isotopique	Isopique. Hétéropique.
	Hétérotopique.	Isopique. Hétéropique.

I.

Régions hétéromésiques. — Le développement de la vie dans les régions *hétéromésiques,* c'est-à-dire dans celles présentant des différences dans les conditions de milieu, est nécessairement très variable. C'est ainsi que les modifications dans les populations marines ne peuvent correspondre exactement aux changements survenus dans les populations terrestres.

Examinons, par exemple, quels ont dû être, pour ces deux sortes de populations, les effets des exhaussements et des affaissements du sol.

On sait maintenant que ces mouvements, dus aux contractions de l'écorce terrestre, n'ont pas eu sur toute sa surface l'influence énorme qu'on leur attribuait autrefois ; leur principal effet est d'avoir tour à tour submergé les terres et fait émerger les fonds sous-marins. Les affaissements réunissent ainsi les océans, tandis qu'ils écartent et séparent les continents. Dans les nouvelles mers ainsi formées, de nouvelles conditions de lutte pour l'existence s'établissent et, parmi les éléments des faunes, originairement distinctes, maintenant réunies, les uns disparaissent, tandis que d'autres, pour résister, sont obligés de subir des transformations rapides. Pendant que ces modifications surviennent dans les eaux marines, sur les continents séparés par la même oscillation, les faunes et les flores persistent avec leurs caractères anciens ; quelques espèces isolées de la sorte subissent seules des transformations tardives. Ainsi les affaissements peuvent produire de grands changements dans les faunes marines, sans que les faunes terrestres soient notablement modifiées.

Inversement, les exhaussements, en réunissant les continents et en séparant les mers, provoquent la formation de nouvelles terres et de nouveaux bassins. Sur ces espaces nouvellement émergés, des types, autrefois séparés, entrent en lutte, certains disparaissent, d'autres se modifient. Dans les eaux marines, les effets de cette séparation peuvent être très divers. Si les nouveaux bassins demeurent en communication directe avec l'océan, les changements seront peu considérables, les conditions physiques restant égales. Il n'en sera pas de même si le canal est étroit et surtout si, toute communication étant rompue, il en résulte une mer intérieure comme la Caspienne, ou très limitée comme la Baltique ou la Méditerranée.

Quand, par suite du soulèvement d'une langue de terre, de la formation de dunes ou de lidos, une portion de mer reste ainsi isolée, la circulation générale des eaux n'y a plus d'effet ; aussi, dans ses profondeurs, les eaux deviennent stagnantes et ne peuvent plus s'oxygéner ; c'est là une modification profonde dans les conditions physiques, car on sait que ce manque d'oxygène est la cause de l'extrême rareté des organismes dans les grands fonds. Dans cette mer intérieure, le degré de salure est lui-même soumis à d'incessantes variations ; tantôt les fleuves et les pluies n'apportent qu'un tribut insuffisant pour combler le vide produit par une puissante évaporation et la salure augmente, tantôt leur débit est considérable et les eaux deviennent saumâtres. Ces échanges sont en relation directe avec les saisons ; nous en avons aujourd'hui un exemple dans le lac d'Ilson, auquel succède, en été, une vallée couverte d'une couche de sel qui se redissout pendant l'hiver, au moment des crues. Dans ces conditions, la vie cesse presque complètement ; parmi les espèces, celles-là seules subsistent qui peuvent supporter impunément ces variations.

De tous ces faits, il résulte que les faunes marines et celles terrestres ou lacustres évoluent séparément sans que leurs modifications soient en relation et qu'une chronologie basée sur leurs changements successifs sera nécessairement différente si l'on considère exclusivement l'un ou l'autre de ces deux groupes.

C'est ce dont nous pouvons bien nous rendre compte en examinant, dans le sud et dans l'est de l'Europe, en Italie et en Autriche, les divers termes des terrains tertiaires supérieurs qui se superposent et se correspondent dans l'ordre suivant :

(1) V. Mojsisovics, *Die Dolomit-Riffe von süd Tirol und Venetien, Beiträge zur Bildungs geschichte der Alpen.* Wien, 1879.

unes de ces conditions spéciales, se dégagent et finissent par réaliser un type nouveau à côté de celui qui vient d'atteindre son apogée. Les variations ont lieu sans but déterminé. Tout ce qui est possible, à un moment donné, se réalise. De là la multitude des formes intermédiaires et la complexité des liens qui les unissent; mais bientôt cette sorte de tâtonnement cesse; les formes intermédiaires disparaissent et le type qui se cherchait émerge seul pour se perpétuer plus ou moins longtemps dans les périodes suivantes.

Nous avons maintenant la certitude que, dans l'étendue d'une même classe, les ordres, les familles, les genres, les espèces peuvent provenir les unes des autres; nous savons aussi que, par une série d'adaptations spéciales à des modes d'existence, une classe peut sortir d'une autre classe.

Mais la science ne se contente pas de constater les effets; elle prétend remonter aux causes. Il ne suffit pas de savoir que les espèces animales sont susceptibles de varier, il faut aussi savoir pourquoi elles varient. Bacon proposait déjà de rechercher par l'expérience les causes de leurs modifications. L'expérience est difficile, mais l'observation peut y suppléer dans une certaine mesure. Un homme dont on ne doit prononcer le nom qu'avec respect, un savant qui, par ses vastes travaux descriptifs, mérita des zoologistes nomenclateurs le nom de Linné français, tandis que les philosophes lui réservent parmi eux une place d'honneur, notre grand Lamarck, essaya le premier de trouver une explication. Convaincu que les animaux les plus complexes dérivent des plus simples, sous l'action toute-puissante du milieu extérieur, il se demande comment peut s'exercer sur eux cette action. Suivant lui, les circonstances dans lesquelles un organisme doit vivre le stimulent en faisant naître chez lui le sentiment du besoin. Le besoin détermine l'animal à agir; pour satisfaire aux impulsions qu'il en reçoit, il se sert habituellement de quelques-uns de ses organes de préférence aux autres. Les organes dont il fait un plus fréquent usage se développent davantage par l'exercice, ceux qui demeurent au repos tendent, au contraire, à s'atrophier et à disparaître. Ainsi la puissance vitale se transporte successivement d'une partie de l'animal à une autre, remaniant les organes, modifiant leurs proportions et leur agencement relatifs, diversifiant sans cesse tout ce qui a vie jusqu'à produire la merveilleuse variété du monde qui nous entoure.

Geoffroy Saint-Hilaire attribue une importance plus grande à l'influence directe des agents extérieurs, et notamment à celle de la température et de l'atmosphère. Il croit, comme Pascal, dont il cite les paroles, à une mutation incessante des formes animales au fur et à mesure qu'un degré de plus dans refroidissement de la terre rend variables les milieux ambiants. La respiration est pour lui l'une des causes les plus puissantes de modifications, soit que le milieu respirable agisse directement sur l'appareil respiratoire, soit que des modifications éprouvées par ce dernier retentissent sur tout le reste de l'organisme. Mais à cette action directe, l'étude approfondie qu'il a faite des causes des monstruosités l'autorise, pense-t-il, à ajouter ces mêmes causes qui joueraient un rôle important dans la production de types organiques nouveaux. Un accident survenu à l'appareil respiratoire d'un reptile pendant son développement suffirait pour faire de cet animal un oiseau! Affirmation curieuse, car elle montre jusqu'à quel point Geoffroy Saint-Hilaire admettait la possibilité de la variation des espèces, parce qu'elle montre en même temps avec quelle pénétration le génie de l'illustre auteur de la *Philosophie anatomique* avait su deviner un point de la généalogie du règne animal que la paléontologie devait démontrer quarante ans plus tard.

Il y a dans ces tentatives d'explication une part de vérité à côté d'erreurs inévitables peut-être à une époque où la zoologie scientifique se constituait par les efforts et l'antagonisme même des membres de ce glorieux triumvirat : Lamarck, Geoffroy Saint-Hilaire et Cuvier. Mais, il faut le reconnaître, ni Lamarck, ni Geoffroy n'avaient touché le nœud de la question : la formation des *espèces*. Que l'on admette ou non la mobilité des formes vivantes, il n'en est pas moins certain que, dans le règne animal comme dans le règne végétal, le plus grand nombre des individus ont pour parents des êtres semblables à eux et transmettent leur propre forme, jusque dans ses moindres détails, à leur descendance; il est non moins certain qu'à côté d'un individu donné, on en trouve un grand nombre qui lui ressemblent autant qu'il ressemble lui-même à ses ancêtres et à sa progéniture, et qui sont capables, en s'unissant à lui, de produire de nouveaux individus présentant les mêmes caractères et possédant les mêmes facultés. Il est certain qu'entre l'ensemble des organismes ainsi définis et ceux qui en diffèrent le moins, il existe le plus souvent un hiatus; que la reproduction est difficile, parfois impossible, entre individus appartenant respectivement aux groupes les plus voisins. Chacun de ces groupes constitue une *espèce*, ordinairement assez bien délimitée. Il faut expliquer la formation de ces espèces, et l'on ne voit pas, dans les théories de nos illustres compatriotes, comment une démarcation a pu s'établir entre elles. Il semblait, au contraire, qu'il ne dût y avoir dans la nature que des individus passant graduellement les uns aux autres par les transitions les plus insensibles et les plus ménagées. Comment expliquer les sauts plus ou moins brusques que l'on constate ?

C'est là que Charles Darwin a repris la question. Dans l'explication des modifications des organismes, Lamarck avait surtout fait intervenir la réaction de l'animal sur lui-même; Geoffroy, l'action directe du milieu; Darwin fait appel à l'action réciproque des organismes les uns sur les autres. Tout être vivant, en raison même de la puissance limitée de ses moyens de locomotion, est confiné dans un espace relativement peu étendu. Dans cet espace, les moyens de subsistance sont restreints. Chacun est obligé de les conquérir, non seulement sur ses semblables, mais encore sur les animaux d'espèce différente qui peuvent les convoiter. Ce n'est pas seulement la nourriture, c'est encore la place, c'est encore le droit à se perpétuer que se disputent les divers individus; la lutte pour la vie s'établit donc d'autant plus âpre, d'autant plus rigoureuse que le nombre des combattants est plus considérable, que leurs besoins sont plus pressants. Le droit de vivre est le prix d'une bataille, constamment soutenue et constamment

gagnée; le droit de fonder une famille et de l'élever est lui-même la consécration d'une victoire. Dans cette mêlée incessante et impitoyable, tous n'arrivent pas également armés; tous ne se défendent pas de la même façon. A ceux qui n'ont pas la force musculaire, les dents et les griffes meurtrières des grands carnassiers ou les puissants moyens de défense de certains herbivores, l'agilité à la course, la ruse, la couleur qui rend la dissimulation facile, la petitesse de la taille, qui permet de profiter des moindres retraites, sont souvent des avantages. Si, parmi les individus d'une même espèce, quelqu'un acquiert sur ses semblables l'un quelconque de ces privilèges, il aura chance de vivre plus longtemps; vivant plus longtemps, sa progéniture sera plus considérable et parmi elle, se trouveront un certain nombre d'individus qui auront hérité des caractères avantageux de leurs parents. Ces individus se propageront à leur tour, transmettant à leur descendance ces mêmes caractères. A chaque génération, le nombre des individus perfectionnés augmentera; bientôt des alliances, de plus en plus fréquentes, se produiront entre eux; en vertu des lois de l'hérédité, le perfectionnement ira croissant et finalement une race nouvelle, mieux pourvue pour la lutte, se constituera par un procédé de *sélection naturelle* exactement comparable au procédé de sélection si connu des éleveurs. Ainsi, pour Darwin, les espèces varient spontanément ou sous l'action de causes qui restent à déterminer; en raison de la lutte pour la vie dans laquelle tous les individus sont engagés, les variations désavantageuses ou inutiles sont éliminées; seules, les variations favorables au succès dans la lutte sont conservées et accrues par hérédité : il ne persiste donc qu'un petit nombre de formes au milieu de celles qui se produisent; les formes intermédiaires n'ont qu'une durée éphémère et disparaissent. Quant aux formes persistantes, elles se fixent de plus en plus par la succession des générations, s'adaptant d'une façon aussi parfaite que possible aux conditions dans lesquelles elles se sont développées, et demeurant ensuite immuables tant que ces conditions ne subissent elles-mêmes aucun changement. Ce sont elles qui forment les espèces nouvelles.

Il résulte de l'adaptation des organismes aux conditions de leur existence que chacune de leurs parties semble constituée en vue de ce mode particulier d'existence. Comme dans ces cas de *mimétisme* où l'animal peut prendre la couleur et jusqu'à la forme des objets qui l'entourent habituellement, l'harmonie qui existe entre l'animal et le milieu dans lequel il vit est souvent saisissante; elle semble au premier abord ne pouvoir résulter que des profonds calculs d'une intelligence infinie, ayant donné à chaque organisme tout ce qui peut assurer sa subsistance dans des conditions données. Loin de nous la pensée de contester qu'une telle intelligence ait présidé au développement des êtres vivants; mais là, comme dans le monde inorganique, elle a confié la réalisation des phénomènes aux actions réciproques des éléments en présence, actions régies elles-mêmes par des lois immuables.

Il faudrait se garder de croire que le résultat de cette adaptation constante des êtres vivants à leurs conditions d'existence soit un progrès continu, une complication de plus en plus grande de leur organisme. Il est tel genre de vie dans lequel une simplification peut être, au contraire, avantageuse : les humbles échappent souvent aux dangers qui menacent les grands. On trouve à un haut degré la trace de simplifications de ce genre chez les animaux qui vivent en parasites sur d'autres animaux ou sur ceux qui mènent une existence sédentaire. On en trouve même chez les animaux supérieurs, où des organes de taille extrêmement réduite, incapables d'accomplir aucune fonction des organes rudimentaires, témoignent que les ancêtres des animaux actuels ont possédé ces organes dans un état de développement qui leur permettait d'avoir un rôle physiologique. Adaptation n'est donc pas synonyme de progrès ou tout au moins de complication organique. C'est là un point important, car il donne le moyen d'éliminer une des objections les plus graves, en apparence, que l'on ait opposées au transformisme. Certains naturalistes ont cru voir une sorte de hiérarchie entre les êtres vivants; ils se sont persuadé que l'évolution organique avait dû se produire suivant l'ordre de perfection qu'ils avaient admis et ont fait des exceptions constituant autant d'objections à la doctrine. Ainsi M. Barrande, l'illustre savant à qui l'on doit une étude si approfondie des terrains anciens, croit trouver une contradiction entre la doctrine de la descendance et les faits, lorsqu'il constate que les mollusques du type des huîtres n'ont apparu dans les mers qu'après les Gastéropodes et les Céphalopodes, qu'il considère comme plus parfaits. L'objection perd évidemment toute valeur, si l'on démontre, ce qui n'a rien d'invraisemblable, que les Acéphales ne sont que des Gastéropodes dégénérés.

Louis Agassiz a opposé à la théorie de la descendance une objection plus grave : c'est, du reste, l'objection que lui faisait, au fond, Cuvier lui-même. Tandis que Geoffroy Saint-Hilaire s'efforçait de démontrer que les animaux sont tous construits sur le même plan et attribuait les différences qui existent entre eux au degré plus ou moins grand de développement de parties qu'il supposait communes à tous, thèse éminemment favorable au transformisme, Cuvier distinguait, au contraire, quatre types d'organisation parfaitement distincts, entre lesquels il n'admettait aucune forme de passage : c'était ce qu'il nommait les quatre embranchements du règne animal : le plus inférieur de ces embranchements était celui des Zoophytes, caractérisés par une disposition rayonnée de leurs parties; venait ensuite le type des Articulés, comprenant des animaux, tels que les Vers ou les Insectes, formés de segments placés bout à bout; puis le type des Mollusques, dont le corps souvent irrégulier ne présente aucune trace externe de division; enfin le type supérieur était celui des Vertébrés, dont l'homme est la plus haute expression et qui comprend les poissons, les batraciens, les reptiles, les oiseaux et les mammifères. Ces quatre types étant irréductibles l'un à l'autre, on ne peut faire provenir un vertébré d'un mollusque, un mollusque d'un articulé, un articulé d'un zoophyte. Or, sauf dans ce dernier embranchement, les formes vivantes les plus inférieures de chaque type sont déjà des organismes compliqués : ils ne peuvent provenir des organismes plus simples; donc ils ont été créés à part. Si l'évolution des formes organiques s'arrête là, si l'on est obligé

IV.

La chorologie complique assurément la tâche du géologue, puisqu'elle l'oblige à rechercher, pour chaque formation, la nature et les conditions physiques du milieu, afin de pouvoir retracer, aux diverses époques géologiques, les aires de la distribution des êtres organisés. Mais nous venons de voir que, pour être exacte, la chronologie des terrains doit être basée sur cette connaissance, qui seule peut établir la succession exacte des sédiments, en distinguant ceux qui se correspondent de ceux qui se sont superposés. Ces études s'imposent donc à notre esprit et marquent la voie dans laquelle doivent être maintenant dirigées les recherches pour arriver à fonder l'histoire vraie des phénomènes qui se sont succédé à la surface du globe, but final de la géologie.

Il nous reste maintenant à montrer que ces études, en nous fournissant quelques notions sur ce que durent être les premières manifestations de la vie dans les océans primordiaux, peuvent encore jeter une vive lumière sur une des questions les plus délicates de la paléontologie et nous conduire aux origines de la vie.

Les organismes les plus anciens que nous connaissions, ceux dont les premiers sédiments ont conservé la trace, paraissent en pleine contradiction avec les théories transformistes. Un paléontologiste justement célèbre, M. Barrande, s'est élevé avec force contre cette hypothèse que les êtres les plus parfaits proviennent d'espèces antérieures moins développées, en tirant son principal argument de ce fait que, dans la faune primordiale, dont on lui doit la connaissance, l'apparition d'animaux d'une organisation relativement élevée (tribolites) a précédé celle d'organismes inférieurs (coraux, pélécypodes), qui abondent seulement dans les assises supérieures du silurien. Ce fait est incontestable, et depuis longtemps il attend son application; nous allons voir comment l'examen des conditions chorologiques de ces époques anciennes va nous permettre de résoudre cette difficulté.

Remarquons tout d'abord que les espèces qui composent cette faune primordiale se sont toutes rencontrées dans des dépôts schisteux, très favorables à la fossilisation, qui témoignent en raison de leurs caractères uniformes de conditions identiques dans la sédimentation. De plus, dans ces schistes à paradoxides, se trouvent également de nombreux brachiopodes, tandis que les mollusques y font presque absolument défaut. Ces caractères sont ceux des dépôts effectués dans des eaux profondes; certains détails d'organisation chez les trilobites qu'ils renferment viennent nous l'attester; les yeux de ces animaux sont, en effet, non pas à l'état rudimentaire, mais atrophiés, comme ceux de ces crustacés aveugles dont les sondages nous ont révélé la présence dans les grandes profondeurs des mers actuelles.

On ne peut donc considérer comme espèces *primordiales,* dans le sens absolu du mot, ces formes dégénérées, qui sont dérivées de trilobites plus parfaits et pourvus d'yeux, habitant près des rivages, sur les hauts fonds des mers anciennes.

Quels sont les dépôts formés dans ces dernières conditions Par analogie avec ce que nous savons des époques postérieures, nous pouvons considérer comme tels les calcaires siluriens et présiluriens qui se sont évidemment formés sous l'influence des organismes, mais dans lesquels toute trace d'organisation animale ou végétale a maintenant disparu par suite des actions métamorphiques, qui ont agi avec une extrême énergie sur ces roches, au point d'en modifier complètement la texture et de les faire passer souvent à l'état cristallin.

Il est vraisemblable de penser que les premières manifestations de la vie ont dû se faire sous des eaux peu profondes; les conditions y étaient plus favorables que dans les grands fonds, qui ne furent peuplés que plus tard par quelques espèces de trilobites et de brachiopodes, qui purent s'adapter à ce nouveau milieu.

Nous ne connaissons dans le silurien inférieur que le facies des eaux profondes, on ne peut donc dire que les organismes que nous trouvons dans ses dépôts schisteux soient les premiers créés et l'argument qu'on a voulu en tirer contre la théorie de la descendance perd ainsi toute sa valeur.

Ch. Vélain.

MÉDECINE

ASSOCIATION FRANÇAISE POUR L'AVANCEMENT DES SCIENCES

M. POTAIN

Du régime lacté dans les maladies du cœur.

Messieurs,

Je vous demande la permission de vous soumettre quelques considérations relatives à l'emploi du régime lacté dans le traitement des maladies du cœur. En appelant votre attention sur ce point, je vais traiter un sujet qui n'est assurément pas nouveau. On pourrait dire même qu'il est des plus antiques, car les affections du cœur étant de celles où les hydropisies sont le plus fréquentes, on a dû naturellement faire intervenir dans leur curation un moyen qui s'était montré souvent efficace contre les épanchements ou infiltrations hydropiques. Si donc le cas qu'il faut faire d'une méthode thérapeutique se devait mesurer à l'antiquité de son introduction en médecine, il n'en serait guère de mieux connue, guère qui méritât plus que celle-ci l'estime et la vénération. Son emploi contre l'anasarque est formellement indiqué en différents endroits des livres hyppocratiques, et, au dire des médecins qui ont pratiqué dans l'Inde, elle y est restée comme une tradition dont les origines se retrouvent jusque dans les livres sanscrits. Mais le vague des indications qui pouvaient diriger dans l'emploi du moyen, l'ignorance profonde où l'on était quant aux causes véritables et la pathogénie des accidents auxquels on le voulait opposer, condamnaient cette pra-

tique à de fréquents mécomptes et expliquent comment, pendant tant de siècles, elle est restée si différemment appréciée, si rarement adoptée.

Au siècle dernier, des observations plus précises commencèrent à fixer mieux les indications de ce mode de traitement. On trouvait, par exemple, dans les mémoires de la Société de médecine, une observation de l'abbé Tessier (1). Puis venait le mémoire de Chrestien, de Montpellier (2), qui date de 1831, puis ceux de Mauser (3), de Serres d'Alais (4), de Claudot (5), de Dieudonné (6), de Guinier (7), de Chairou (8), de Karell (9); sans compter beaucoup d'observations que je ne saurais citer. Le moyen de traitement était dès lors remis définitivement en honneur et se généralisait rapidement. Toutefois, s'il s'appliquait aux maladies du cœur, c'était encore exclusivement dans les cas d'anasarque ou d'hydropisie des séreuses et uniquement à titre de moyen diurétique.

C'est plus récemment que M. Pécholier, dans un article du *Montpellier médical* de 1866 (10), proposa, pour la première fois, en s'appuyant sur quelques observations, de substituer la diète lactée au traitement de Valsalva dans l'anévrisme actif du cœur, sans nul égard pour l'existence ou l'absence des hydropisies. Il eut des détracteurs qui jugèrent que, si réellement ce moyen possédait une telle puissance que de faire disparaître l'hypertrophie cardiaque, c'était un moyen dangereux et qu'il fallait proscrire. Car l'hypertrophie compensatrice est, en quelque sorte, la planche de salut pour les malheureux dont le cœur doit accomplir une besogne au-dessus de ses forces habituelles. Il eut de plus nombreux imitateurs émerveillés par quelques résultats heureux et par un petit nombre de tout à fait admirables. La méthode se répandit donc en peu de temps. Tellement qu'il n'est pas un de nous qui ne l'ait appliquée, pas un qui n'ait enregistré de beaux succès comme aussi de déplorables échecs. Or c'est évidemment là le côté faible de la méthode. Ses indications jusqu'ici n'ont évidemment point été suffisamment précisées; si peu même qu'on ne trouve, de ces indications, aucune trace dans l'excellente thèse d'agrégation soutenue, en 1878, par M. Debove, sur le régime lacté dans les maladies. Le titre d'hypertrophie active, donné par M. Pécholier aux faits qu'il avait enregistrés, semble d'ailleurs une caractéristique bien insuffisante; d'autant qu'il est des cas, comme vous allez voir, qui devraient passer pour des types d'hypertrophie passive et dans lesquels néanmoins le régime lacté fait absolument merveille. D'autre part, il est constant que l'existence ou l'absence des hydropisies est un indice tout aussi peu certain des résultats qu'on s'en peut promettre. Et pourtant, n'est-il pas vrai, nous ne pourrons nous dire en possession d'une méthode de traitement rationnelle et véritablement efficace, qu'autant qu'il nous sera possible de déterminer à l'avance, avec quelque précision, les cas où le traitement doit être utile et ceux où il n'a aucune chance de succès.

Je n'ai pas, messieurs, la prétention d'en être là. Mais j'ai pensé qu'au milieu de tant d'indécision, il y aurait quelque intérêt à vous faire part de certaines considérations relatives à ce sujet, qui m'ont été suggérées par les faits que j'ai vus, et des indications qu'il est, je crois, possible d'en tirer.

Pour mettre quelque peu d'ordre dans l'exposition de ces faits, il me semble indispensable, au point de vue qui nous occupe, de répartir les affections du cœur en quatre groupes. Nous trouverons d'abord celui des maladies organiques comprenant, outre les lésions d'orifice qui font obstacle à la progression régulière du sang à travers les cavités cardiaques, toutes les altérations persistantes de la musculature qui diminuent la puissance contractile du cœur, et les symphises péricardiaques ou autres lésions extérieures, qui entravent ses mouvements. Il est clair que, dans les affections de ce premier groupe, la lésion elle-même ne fournit aucune indication du régime lacté, qu'elle ne peut être modifiée en rien par lui et qu'un régime trop sévère, par suite duquel, les forces venant à décliner, l'énergie cardique se trouverait elle-même atteinte, ne pourrait avoir que de fâcheux résultats. De sorte que, si dans le cours de ces maladies le régime lacté peut se trouver et se trouve assez souvent indiqué, l'indication ne résulte jamais de la lésion primitive elle-même, mais seulement de quelque complication surajoutée.

Nous ferons, si vous voulez, un second groupe des névroses cardiaques primitives, englobant toutes les palpitations des hystériques et des hypocondriaques, voire même les différentes formes de la maladie de Basedow. Ici encore, sauf les complications et les exceptions que nous retrouverons également, il ne semble pas qu'on puisse attendre aucun service signalé de l'emploi méthodique du lait. S'il est possible qu'un changement de régime un peu considérable modifie momentanément la névrose cardiaque, comme il en peut modifier tant d'autres, l'opiniâtreté habituelle de ces sortes d'affections exigerait une si longue persévérance dans l'emploi du moyen, que son efficacité serait bientôt usée et qu'on ne tarderait pas à n'en avoir plus que les effets fâcheux; que la débilité et l'anémie préparant le terrain à tous les écarts, à toutes les exagérations de la névrose.

(1) L'abbé Tessier, *Sur une hydropisie guérie par l'emploi du lait.* (*Mém. de la Soc. roy. de méd.*, t. I, 274; 1776.)

(2) Chrestien, de Montpellier, *De l'utilité du lait administré comme remède et comme aliment dans le traitement de l'hydropisie ascite.* (*Arch. de méd.*, 1re sér., t. XXVII; 1831.)

(3) Mauser, *Glückliche Anwendung von Milch in grossen Quan titäten gegen Wassersucht.* (*Schmidt's Jahrb.*, II, 157; 1834.)

(4) Serres, d'Alais, *Sur le traitement de l'anasarque par la diète lactée sèche et l'oignon cru.* (*Bull. de thér.*, t. XLV, p. 30, 123; 1853.)

(5) Claudot, *Cas d'anasarque guérie par trois soupes au lait et l'oignon cru.* (*Bull. de thér.*, t. XLV, p. 363; 1858.)

(6) Ossieur et Dieudonné, *Bull. de thérap.*, t. XLV, p. 514; 1853.

(7) Guinier, *Indication et contre-indication du régime lacté dans les hydropisies.* (*Bull. de thérap.*, t. LIII, 337, 391; 1857.)

(8) Chairou, *Cas d'hydropisie ascite consécutive à une endoca rdite chronique. Deux ponctions. Guérison par la diète lactée.* (*Un. méd.*, 8 novembre 1859.)

(9) Karell, *De la cure de lait.* (*Arch. gén. de méd.*, 6e série, t. VIII, p. 513, 692; 1866.)

(10) Pécholier, *Indications de l'emploi de la diète lactée dans le traitement des diverses maladies.* (*Montpellier médical*, t. XVI; 1866.)

(1) Debove, *Du régime lacté dans les maladies.* Thèse d'agrégation. Paris, 1878.

Je ne ferai d'exception que pour cette variété des palpitations, dont le point de départ se trouve dans un trouble gastrique, lequel, réagissant sur le plexus cardiaque, provoque des irrégularités plus ou moins considérables dans les mouvements du cœur; variété si bien étudiée il y a assez longtemps déjà par mon excellent collègue le professeur Lasègue. Le régime lacté y est quelquefois utile comme adjuvant et sans préjudice des moyens très divers que peut exiger l'état gastrique primitif, ou de ceux qui s'adressent à l'excitabilité exagérée du plexus nerveux. Mais l'expérience montre que, dans ce cas, on n'a que médiocrement à attendre de son intervention.

Dans un troisième groupe nous mettrons les inflammations aiguës du cœur endocardiques ou péricardiques. Ici le lait trouve assurément sa place à titre de diète, au même titre et de la même façon que dans la plupart des autres phlegmasies aiguës. Pris en petite quantité, souvent même étendu d'eau, il est pour la plupart des malades une boisson agréable, salutaire, aisément supportée et qui s'oppose à une trop rapide dénutrition. Mais on ne saurait penser que son mode d'action ait en pareil cas rien de spécifique, ni que son emploi doive alors être jamais très prolongé; sauf peut-être dans le cas d'hydropéricarde, où on en pourrait obtenir à titre de diurétique les mêmes services qu'on lui a vu rendre dans ceux de pleurésie avec épanchement.

Nous composerons notre quatrième groupe, beaucoup plus complexe, de tous les cas d'hypertrophie simple du cœur, c'est-à-dire d'hypertrophies sans lésion d'orifice et dont la cause se trouve, non plus dans le cœur lui-même ou dans les lésions de son péricarde, mais dans les lésions du système artériel, ou les troubles de la circulation périphérique. Ces sortes d'hypertrophies peuvent atteindre également le cœur gauche ou le cœur droit. Dans l'un et dans l'autre cas, elles peuvent se produire sous l'influence de causes pathogéniques appartenant à deux ordres essentiellement différents, et prêtent très inégalement à la thérapeutique, surtout à celle dont nous nous occupons en ce moment. En effet, les lésions scléreuses ou athéromateuses très généralisées du système artériel, diminuant l'élasticité de la paroi des artères, augmentent dans des proportions considérables, comme l'a si bien montré notre collègue et ami le docteur Marey, le travail du cœur gauche, et par suite en déterminent habituellement l'hypertrophie. D'un autre côté, du côté du cœur droit, l'emphysème généralisé ou les scléroses très étendues du poumon, entraînant l'atrophie d'une grande partie du système capillaire de cet organe, produisent une exagération de résistance et un excès de tension dans l'artère pulmonaire qui exerce sur ce côté du cœur une influence identique à celle que nous voyions tout à l'heure exercée sur le cœur gauche par la sclérose des branches du système aortique, par suite, elles provoquent également sa dilatation et son hypertrophie progressive.

Mais il existe, pour l'un et l'autre cœur, des causes d'hypertrophie d'un autre genre qu'on pourrait appeler indirectes et qui agissent en quelque sorte d'une manière purement réflexe. Nous ne les connaissons peut-être pas toutes, mais ce que nous en connaissons constitue déjà un groupe important. Pour le cœur gauche, ce sont les lésions rénales parenchymateuses qui s'accompagnent presque toujours, comme on sait, d'un degré plus ou moins considérable d'hypertrophie des cavités gauches. Or, quelle que soit l'opinion qu'on se doive faire sur le mode de relation qui rattache en ce cas-là la lésion cardiaque à la lésion rénale, alors même qu'il faudrait admettre que, dans un certain nombre d'entre eux, rein et cœur sont simultanément frappés d'une maladie que domine l'altération primitive du système artériel, il n'en reste pas moins, à mon avis, constant que, dans certains cas au moins, le rein est le premier en cause, comme le pensait Bright, et entraîne à sa suite l'affection cardiaque. Or, pour ces cas-là, le rein agit assurément en exagérant la résistance qu'éprouve le courant sanguin à la périphérie vasculaire; que ce soit, selon l'opinion de Bright, en raison de la pénétrabilité moindre d'un sang altéré par une dépuration rénale imparfaite; que ce soit, en raison de l'excitation que ce sang mal dépuré exerce sur les capillaires, où ils provoqueraient d'abord une exagération de la tonicité, puis plus tard, les lésions décrites par Gull et par Johnson; que ce soit même au début en raison d'une action purement réflexe exagérant cette tonicité, peu importe quant au résultat. Le fait est que le rein malade réagit sur le cœur et détermine son hypertrophie en provoquant un excès de résistance à la périphérie vasculaire. Et cette action n'est point lente et tardive. Elle commence, semble-t-il, avec la lésion rénale elle-même, car dès le début même de cette affection, quand elle a un début brusque et qu'on y peut assister, *on voit déjà* cette action s'accuser par l'exagération de la tension artérielle et par l'apparition du bruit de galop qui en est une des conséquences.

Voilà donc une maladie du cœur dont le sort est lié, pour ainsi dire, à celui de l'affection rénale; où les moyens thérapeutiques qui s'adresseront au rein réagiront utilement sur l'état du cœur, où, au contraire, tous ceux qui négligeront l'organe primitivement malade seront de peu de secours. Or nous savons ce qu'on peut obtenir d'utile de la diète lactée, non seulement dans les formes aiguës des maladies du rein, mais même dans les formes déjà chroniques et surtout dans les exacerbations qui les traversent si souvent. Il ne faut donc pas s'étonner des heureux effets qu'en éprouvent de leur côté les troubles cardiaques.

Qui de nous ne se rappelle quelqu'un de ces malheureux brightiques, atteint de suffocation, cloué sur son fauteuil par une dyspnée impitoyable et n'osant plus gagner son lit; qui de nous n'a été émerveillé de la promptitude avec laquelle cette épouvantable suffocation s'arrête sous l'influence du régime lacté exclusif !

Il me souvient d'un malade habitant une ville éloignée auquel j'avais prescrit un traitement assez complexe, comprenant entre autres choses le régime lacté. Il avait fait fort consciencieusement tout le reste, mais n'avait pu se résoudre au régime, et pendant un an, il avait continué de suffoquer, n'ayant pas une fois osé affronter le lit. Au bout d'un an, il me demandait avis de nouveau et, vaincu par mes raisons, se décidait à abandonner tout le reste du traitement, qui ne

lui avait guère servi, pour prendre le régime sur lequel j'insistais. Moins de huit jours après, sa famille m'annonçait que mon malade dormait dans son lit et sur ses deux oreilles. Il me souvient encore d'un malade considéré, en raison même des phénomènes dyspnéiques et de la marche étrange de la maladie, comme atteint de phtisie aiguë et chez lequel en fort peu de temps tous les accidents thoraciques purent disparaître sous l'influence du même régime.

Je n'insiste pas sur ces faits connus de tous, et où l'indication ne fait de doute pour personne. Mais je crois qu'il convient d'insister sur l'indispensable nécessité en pareil cas d'avoir recours au régime lacté exclusif, parce que telle n'est pas l'opinion générale; parce que, entre autres, mon collègue de Paris, le professeur Sée, conseille de préférer le régime lacté partiel, c'est-à-dire le lait ajouté aux autres aliments. Ceux qui donnent cet avis pensent que la quantité de lait que les malades peuvent habituellement prendre ne contient point une alimentation suffisante pour entretenir la nutrition et les forces. Or il n'est point très difficile de faire ingérer avec méthode, et en faisant prendre une tasse toutes les deux heures, de deux litres et demi à trois litres de lait par vingt-quatre heures. Eh bien, théoriquement, cette quantité de lait contient une alimentation suffisante. Vous pourrez vous en assurer en comparant la composition du lait avec les divers éléments nécessaires dans une ration normale. Il s'y trouve non seulement la ration d'entretien, mais même, comme vous allez voir, la ration de travail. L'observation, en effet, nous fournit des exemples de gens qui ont pu longtemps vivre et sans perte de poids avec cette seule alimentation. Tout récemment, je voyais un confrère exerçant dans un pays de montagnes qui, s'étant mis, sur mon conseil, à ce régime sévère, continuait de faire, sans autre alimentation, dix à douze lieues par jour, et ne perdait rien, ni de son poids ni de sa bonne humeur. — J'ai eu connaissance d'un capitaine d'infanterie qui, soumis au même régime, n'en faisait pas moins très vaillamment les grandes manœuvres avec son régiment.

Je sais bien qu'il n'en est pas de même pour tous. Mais cela tient évidemment, messieurs, à ce que tous ne digèrent pas également bien et n'assimilent pas aussi complètement. Les prodigieuses évacuations alvines de beaucoup de malades subissant ce traitement en sont une preuve suffisante. Il ne faudrait donc pas croire faire mieux alors en exagérant la quantité de lait. Les facultés digestives incapables d'utiliser trois litres se trouvent encore plus insuffisantes pour une quantité plus grande, et, si l'on ne risquait point une indigestion on aurait certainement une assimilation plus imparfaite encore. L'usage simultané d'un peu de pancréatine ou de quelque autre ferment digestif, suivant que ce sont les matières grasses ou albuminoïdes qui se digèrent moins bien, m'a paru, en pareil cas, rendre de véritables services.

Que le lait doive être pris à l'exclusion de tout autre aliment pour donner tous ses résultats utiles, j'en ai eu de nombreux exemples. Je n'en citerai qu'un, celui d'un malade de mon hôpital qui, faisant de nombreuses infractions à son régime, demeurait dans un état absolument stationnaire; mais qui, opérant lui-même l'analyse de ses urines, s'aperçut que l'albumine augmentait dans de grandes proportions toutes les fois qu'il s'était permis un de ses écarts, et guérit promptement, dès que, convaincu par ses propres observations, il se résigna à suivre rigoureusement mon conseil.

Quant à la raison pour laquelle, en pareil cas, le mélange d'autres aliments est nuisible, je voudrais bien vous la donner tout entière; mais c'est un sujet d'études que je poursuis et ne crois pas encore assez avancé. Jusqu'à plus ample informé, il me paraît que le lait agit moins comme diurétique en raison des substances qu'il contient, qu'à titre d'aliment innocent et ne fournissant dans les matières extractives qu'il livre à l'élimination rénale rien qui stimule et excite par trop le rein. En sorte que l'addition d'un aliment, à cet égard nuisible, annihile à peu près complètement l'heureux effet du régime. Mais c'est un point dont nous réserverons, si vous le voulez bien, l'étude pour une époque ultérieure.

Reste la dernière portion de notre quatrième groupe des maladies du cœur. Je veux parler des dilatations cardiaques droites d'origine gastro-hépatique, dont j'ai eu l'honneur de vous entretenir dans un des précédents congrès. Ici, l'influence réflexe des voies digestives m'avait paru réagir sur le système capillaire du poumon, de façon à provoquer une contractibilité exagérée, et par suite une élévation de tension dans l'artère pulmonaire engendrant la dilatation et plus tard l'hypertrophie cardiaque droite. Depuis la communication que j'ai eu l'honneur de vous faire, des expérimentations accomplies dans le laboratoire, et sous la haute direction de M. Chauveau, ont montré que la théorie qui m'avait été inspirée par toutes les circonstances du fait clinique est destinée à trouver sa confirmation dans les données de physiologie expérimentale.

Or, messieurs, lorsque le point de départ du réflexe est le foie, le régime lacté n'a pas grand'chose à faire. De même dans le plus grand nombre des cas où il réside dans l'intestin, comme l'a vu depuis M. Tessier, de Lyon; mais quand il est dans l'estomac, et ce sont les faits de beaucoup les plus nombreux, le régime lacté règne alors presque en maître; tellement qu'on peut presque, à volonté, laisser apparaître ou faire cesser des accidents, parfois en apparence formidables; et que rien, en vérité, ne ressemble plus à une expérimentation physiologique. Ici encore, il faut que le régime soit exclusif, sous peine de ne produire aucun résultat. Et celui-ci malheureusement dépend, outre bien d'autres choses, de l'aptitude des malades à digérer plus ou moins bien le lait; en sorte qu'il en est malheureusement chez lesquels on ne peut tirer nul avantage d'un régime pour d'autres si merveilleusement utile.

D'après les considérations que je viens de vous soumettre, il semblerait que la répartition du régime lacté aux différentes formes des maladies du cœur dût être ainsi chose extrêmement simple. Et ce serait ainsi, en effet, s'il y avait quelque chose de simple en médecine et si dans l'immense majorité des cas, les influences pathogéniques ne se mélangeaient et ne se compliquaient réciproquement d'une façon qui devient parfois inextricable; et si par conséquent, dans le cours de formes

morbides qui n'avaient rien à voir avec le régime lacté, il ne survenait fréquemment des complications le rendant utile ou même nécessaire. Mais c'est à débrouiller l'écheveau pathologique souvent si emmêlé, que consiste l'art du médecin. C'est la difficulté de ce problème incessant qui stimule si puissamment son zèle, qui tient ses forces intellectuelles si constamment en éveil et fait de son pénible métier un des plus attachants.

Messieurs, je suis bien loin, comme vous voyez, d'avoir épuisé le sujet. Mais je craindrais, en poursuivant davantage, d'abuser de votre attention, et il me suffit si les quelques considérations que je vous ai soumises vous semblent dignes d'avoir part à vos méditations.

Pour résumer en quelques mots ce que je viens d'avoir l'honneur de vous exposer, je dirai, messieurs, que le régime lacté est particulièrement efficace dans les maladies secondaires du cœur, hypertrophies ou dilatations simples ayant une origine rénale ou gastrique. Que ce régime modifie dans un cas l'état du rein, dans l'autre celui de l'estomac, en ce sens surtout qu'il apporte à ces organes un repos plus complet; que par suite, pour être véritablement efficace, il doit être absolu et plus ou moins prolongé. Qu'il peut intervenir utilement dans le cas de simples palpitations réflexes quand le point de départ de la perturbation réflexe est gastrique. Qu'on peut utiliser son action diurétique dans les cas d'hydropisie, surtout et peut-être exclusivement, quand l'hydropisie est la conséquence d'un trouble rénal secondaire ou d'une phlogose intéressant les séreuses. Enfin que ce régime ne peut être bon qu'à la condition d'être bien toléré, c'est-à-dire de trouver des facultés digestives et assimilatrices capables de l'utiliser convenablement.

POTAIN,
Professeur à la Faculté de médecine.

GÉOGRAPHIE

Une exploration italienne au pôle sud.

Il fut un temps où le pôle sud était l'objectif des géographes et des navigateurs français; c'était l'époque où Dumont d'Urville parcourait les mers du sud avec l'*Astrolabe* et la *Zélée* et découvrait des régions inconnues. Les Italiens semblent désireux aujourd'hui de reprendre cette tradition : une expédition se forme sous la direction du lieutenant Bove et du commandeur Negri pour l'exploration des régions antarctiques. Il s'agit d'aller étudier les terres australes et de pénétrer dans les mers du Sud aussi loin que possible. Le gouvernement a paru favorablement accueillir le projet, mais il n'a pas fait connaître encore l'aide pécuniaire qu'il donnera aux explorateurs. Or on estime que les frais de l'exploration s'élèveront à 600 000 francs; des souscriptions privées se font de tous côtés en Italie; des comités sont installés dans toutes les villes pour les recueillir et les centraliser entre les mains du comité de Gênes.

Nous ne pouvons entrer ici dans les détails de la construction du navire, de la composition de l'équipage, des instruments scientifiques dont l'expédition devra se munir; ce sont là des points que l'expérience des explorations arctiques indiquera suffisamment.

L'expédition compte partir à la fin de mars 1881. Elle doublera Gibraltar et pénétrera dans l'Atlantique où des sondages seront effectués; à son arrivée à Montevideo en août, elle pourvoira à tous les changements de matériel ou d'organisation que l'expérience aura prouvés nécessaires; à la Plata, un chaland sera expédié à la Terre de Feu pour y assurer les approvisionnements de charbon. En septembre, les explorateurs continueront leur route vers les Shetland du sud, en passant entre la Patagonie et les îles Falkland. C'est alors que commenceront les grands travaux et les recherches les plus intéressantes. Il s'agira d'étudier la configuration des terres antarctiques, de recueillir de précieuses indications sur les oscillations du pendule, sur l'atmosphère et sur la température, de savoir si le pôle austral est plus froid que le pôle boréal, ainsi qu'on le prétend jusqu'ici sur la foi de quelques observations faites pendant quelques mois d'été. Il y aura bien des erreurs à corriger, bien des indications douteuses à vérifier. Il faudra enfin compléter les études précédemment faites sur la flore, la faune et la minéralogie des régions antarctiques.

MM. Bove et Negri ne doutent pas du succès. Ils reconnaissent que les observations de Ross sur l'impossibilité d'aborder certaines terres et sur les difficultés d'un hivernage ne sont pas très encourageantes, mais ils espèrent triompher des obstacles, grâce aux moyens nouveaux dont ils disposent, grâce surtout à la vapeur (1). Ils espèrent que les Shetland du Sud, qui sont bien connues et très fréquentées par les baleiniers français, attireront bientôt les baleiniers italiens. Des Shetland, l'expédition se dirigera vers le sud-ouest et explorera la terre que Dallman, baleinier de Hambourg, a découverte il y a quelques années; puis elle se dirigera vers la terre où Benninghausen a placé les caps élevés de *Pierre* et d'*Alexandre*, et vers les îles observées en 1839 par Wilkes. La suite à donner aux explorations dépendra beaucoup des circonstances. Il y aurait grand intérêt à côtoyer la terre de Benningsen, si elle paraît avoir quelque étendue, à se diriger ensuite au sud des îles que Wilkes croit avoir découvertes, pour de là pénétrer au sud de la mer de Ross et y passer l'hiver. Si ces projets ne sont pas réalisables, l'expédition pourrait hiverner à la terre de Benningsen et se préparer pour l'entrée dans la mer de Ross.

(1) Pour bien apprécier les services que peut rendre la vapeur dans les expéditions polaires, il suffit de rappeler que le *Tegethoff*, de Weyprecht, le *Polhem*, la *Sophia*, la *Vega*, de Nordenskiold, étaient des navires à vapeur, comme l'étaient aussi tous les navires envoyés à la recherche de sir John Franklin. La *Germania*, de Koldewey, et le *Polaris*, de Hall, étaient également pourvus de machines. Les deux tiers des baleiniers de la mer Glaciale sont dans les mêmes conditions. Il ne faut pas oublier cependant que les accidents qui peuvent survenir à la machine sont souvent très graves, que le charbon peut manquer et que la prudence la plus grande est nécessaire.

MM. Bove et Negri ont l'intention de se diriger vers Adèle, découverte par Dumont d'Urville en 1840, et là, d'hiverner; puis ensuite de marcher vers l'ouest, de longer le continent sud et de chercher à pénétrer à travers les glaces, comme l'ont tenté d'Urville, Wilkes et surtout Ross qui s'est approché à 160 milles du pôle magnétique, en 1831, et qui a vu l'aiguille s'incliner à 89°59'. En contournant les monts Parry et Sabine, ils espèrent trouver des ouvertures dans la banquise qui leur permettront d'atteindre des latitudes élevées (1) et d'aller hiverner pour la seconde fois à Kemp ou à Endermet. Avant de rentrer en Italie, l'expédition ira se refaire à Hobart Town. Tels sont les points principaux du projet. Ces auteurs le regardent comme très praticable avec un vaisseau solide et bien approvisionné. L'exploration durera trois ans, et nous croyons qu'elle s'accomplira, car elle paraît avoir fait impression sur les esprits en Italie.

BULLETIN DES SOCIÉTÉS SAVANTES

Académie des sciences de Paris

SÉANCE DU 16 AOUT 1880.

M. *Alph. Milne-Edwards* continue à rendre compte des résultats intéressants de l'exploration zoologique faite dans le golfe de Gascogne, à bord du navire *le Travailleur*.

Les poissons sont rares; en revanche les crustacés et les mollusques sont très abondants. A une profondeur variant entre 700 mètres et 1300 mètres, on a trouvé un beau crabe à yeux phosphorescents, trouvé d'abord dans les mers de Norvège, et nommé en 1837, par Kroger, *Geryon tridens*. Ce crustacé n'avait jamais été trouvé sur nos côtes. Une espèce très remarquable du groupe des Dromiens, mais très différente des Dromies ordinaires, a été pêchée à 1190 mètres; elle ressemble beaucoup à un crabe des grands fonds de la mer des Antilles. L'*Ethusa granulata* Norman, dont les yeux sont transformés en pédoncules épineux et aveugles, est commune à une profondeur variant de 800 à 2000 mètres. La *Munida tenuimana,* dont les yeux sont gros et phosphorescents, est loin d'y être rare. Un autre Galathéien très intéressant a été trouvé à 1960 mètres; il est aveugle : ses yeux sont devenus de simples épines; il ressemble beaucoup à des espèces des grandes profondeurs de la mer des Florides dont on a formé le genre *Galathodes*.

Il est difficile de fixer le nombre des espèces de mollusques ramenées par la drague : beaucoup d'entre elles sont mêlées avec les foraminifères, dont le triage n'est pas encore terminé; mais, parmi celles de taille moyenne, un examen préliminaire a déjà permis de reconnaître plus d'une centaine d'espèces. La plupart appartiennent à la faune profonde du nord de l'Atlantique et des mers arctiques; quelques formes méditerranéennes s'y rencontrent aussi, ainsi que d'autres qui sont connues à l'état fossile en Sicile et dans le terrain pliocène du nord de l'Italie. Enfin d'autres sont nouvelles pour la science. Il paraît résulter des dragages que l'uniformité de la faune des grandes profondeurs est réelle pour les mollusques, car les espèces recueillies dans le golfe de Gascogne ont été aussi draguées au nord de la Norvège, aux îles Shetland et sur les côtes du Groënland. Les différences des faunes conchyliologiques se dessinent dès que le fond se relève et qu'on se rapproche de la zone littorale. Les animaux retirés vivants, parmi les Gastéropodes, avaient les yeux fortement pigmentés. Dans tous les fonds de dragues on a trouvé des Ptéropodes : il est donc certain que le golfe de Gascogne est sillonné par plusieurs espèces de Mollusques pélagiens.

D'autres résultats importants ont en même temps été obtenus, et les cent trois sondages faits depuis la fosse de Cap-Breton jusqu'au cap Pénas rendent un compte exact du relief du fond de la mer, dans cette région qui semble continuer sous l'eau notre massif pyrénéen. A peu de distance des côtes, des profondeurs de près de 3000 mètres ont été trouvées; on a pu constater l'existence de pentes abruptes, de fentes presque verticales, surtout au nord de Santander et du cap Machichaco, et ces brusques différences de niveau sont venues bien souvent contrarier les dragages. Au contraire, à l'ouest, entre Tina Mayor et le cap Pénas, il existe un plateau désigné par les explorateurs sous le nom de *plateau du Travailleur*. Il n'est couvert que d'environ 170 mètres d'eau et contraste par son horizontalité avec la région accidentée située plus à l'est.

— M. *de Lesseps* donne quelques indications sur l'établissement des stations hospitalières de l'Afrique équatoriale. Sur la côte orientale, le capitaine Bloyet organise une caravane de trois cents hommes pour se rendre à sa destination. Il arrivait dans l'Oussagara le 2 juillet, étant parti de Zanzibar environ un mois auparavant. Sur la côte occidentale, M. Savorgnan de Brazza recherche le meilleur point géographique où s'installera la première station sur l'un des affluents du fleuve Ogooué, dépendant de notre colonie du Gabon. M. l'amiral Jauréguiberry a accordé un congé régulier à M. Mizon, enseigne de vaisseau, qui ira prendre la direction de la première station occidentale. L'établissement de lignes télégraphiques doit précéder la création des voies ferrées. Il faut que les fils du télégraphe soient, comme l'a dit ingénieusement M. de Lesseps, les conducteurs de la civilisation.

— M. *Poincaré* décrit dans la viande de porcs atteints de ladrerie une forme spéciale de kystes qui représentent probablement une des phases de formation ou de transformation du cysticerque. Il est possible qu'ils puissent, aussi bien que celui-ci, engendrer le ténia. C'est donc à tort qu'on tolère dans beaucoup de villes la vente des parties qui paraissent saines, à l'œil nu, chez les porcs dont la ladrerie n'est pas encore généralisée.

L'animal affecte le plus souvent une forme ramassée qui le fait ressembler à une chrysalide. Il apparaît comme un sac ovoïde, froncé, et renfermant exclusivement une masse de protoplasma granuleux. Ce sac peut, par des mouvements spontanés, s'allonger considérablement et se contourner de toutes manières. La plupart de ces êtres sont munis de cils vibratiles, qui sont toujours plus nombreux et plus longs vers les extrémités. Beaucoup apparaissent contenus dans

---

(1) Cook atteignit 71°10' en 1774; Biscoë, 67° en février 1832, et Ross, 78°4' en février 1841. Les explorateurs des régions arctiques ont atteint des latitudes plus élevées. Nous pouvons citer Scoresby, dont le navire alla jusqu'à 81°30', Hall qui parvint avec le *Polaris* jusqu'au 82°16'; Hall, avec l'*Alert*, s'arrêta au 81°29'. Parry atteignit 82°45', en barque, en traîneau ou à pied; Morton, le 81°; Hayes, 81°35', et Markham, 83°20'30'', la plus haute latitude qui ait jamais été atteinte.

une fibre musculaire, qui se renfle et pâlit à leur niveau; mais il est évident qu'ils peuvent en sortir, car plusieurs sont manifestement libres.

— M. *Appell*. Sur quelques formules relatives aux fonctions hypergéométriques de deux variables.

— M. *P. Pépin*. Sur diverses tentatives de démonstration du théorème de Fermat.

— M. *Thollon* a fait quelques observations sur un groupe de raies dans le spectre solaire (quatre raies situées dans l'orangé), ces expériences confirmant la formule donnée par Fizeau pour la mesure de la vitesse de la lumière.

— M. *Crafts* continue ses études sur la cause des variations des points fixes dans les thermomètres. Ses expériences lui ont montré que le verre soufflé à la lampe et exposé pendant longtemps à l'action de la chaleur diminue de volume par suite d'un travail intérieur : il n'est pas démontré que la pression joue un rôle quelconque dans le phénomène.

Les particules du verre écartées au soufflage ne reviennent pas immédiatement à leur position normale à une température inférieure; on observe, pendant quelque temps, des perturbations. L'action de la chaleur, à une température donnée (355° par exemple), en donnant une plus grande mobilité aux particules, favorise leur retour à la position normale et donne lieu à une contraction; mais le verre, en se refroidissant à partir de cette dernière température, retient une partie de l'écartement propre à 355°. En chauffant de nouveau à une température inférieure (à 300° par exemple), on produit une nouvelle diminution de volume, et ainsi de suite, de sorte qu'un refroidissement très lent doit amener le plus grand rapprochement à l'état normal, et par conséquent la plus grande stabilité.

La loi établie par M. Pernet pour les températures comprises entre 0° et 100°, d'après laquelle les dépressions du zéro sont proportionnelles aux carrés des températures, n'est pas vraie à de hautes températures. Un thermomètre, par exemple, qui donne une dépression de 0°,3 après une longue exposition à 100°, devrait donner à 355° une dépression de 3°,8. Les dépressions que l'on observe sont bien moins considérables.

En employant des thermomètres en verre de soude, et mieux des thermomètres en cristal, M. Crafts montre que la plus grande stabilité, amenée par une longue exposition à une haute température d'un refroidissement lent, correspond à une petite dépression temporaire du zéro.

— M. *J. Boussingault* a observé que le sucre des vins très riches en alcool, comme les vins d'Espagne, par exemple, fermentait très difficilement. Il est probable, d'après des recherches anciennes de M. Chevreul et de M. Dumas, que cette lenteur dans la fermentation est due à la présence de l'alcool, lequel ralentit la transformation du sucre en alcool. M. Boussingault a pu obtenir une fermentation extrêmement rapide en procédant de la manière suivante.

Le liquide sucré et alcoolisé fut établi dans un bain-marie chauffé à 40° et mis en communication avec une machine pneumatique. La fermentation commencée, on raréfia l'air jusqu'à l'ébullition du liquide, la vapeur alcoolique étant condensée dans un récipient plongé dans de la glace. Six heures après, il n'y avait plus de matières sucrées. Dans les conditions ordinaires, cette disparition n'a lieu qu'après quelques jours.

La destruction rapide de la matière sucrée est due en grande partie à l'expulsion de l'alcool et de l'acide carbonique effectuée pendant la fermentation; on ne saurait l'attribuer uniquement à la température, à la forte dose de levure. C'est ce qui ressort de plusieurs expériences directes. On a aussi constaté l'affaiblissement du pouvoir fermentescible de la levure sur une matière sucrée dans de l'alcool à divers degrés. Dans cette fermentation rapide, il se forme de la glycérine et de l'acide succinique comme dans la fermentation ordinaire. Ainsi on facilite l'analyse des vins très sucrés par une fermentation accomplie dans un liquide en ébullition, sous une pression assez faible pour que la chaleur n'altère pas l'organisme du ferment et suffisante cependant pour expulser l'alcool et l'acide cabonique.

— M. *Thalen* a fait diverses expériences spectroscopiques qui mettent en évidence l'existence du nouveau métal *thulium*, quoique les chimistes n'aient pas réussi encore à le séparer des deux autres corps, l'ytterbium et l'erbium, avec lesquels il se trouve jusqu'à présent mélangé.

— M. *Soret* a examiné les spectres d'absorption de différents métaux des groupes de l'yttria et de la cérite, de l'erbium, de l'holmium (qui doit être distingué du philippium de M. Delafontaine), du samarium (qui se confond probablement avec la terre Y6 (Marignac) et le décipium de M. Delafontaine) et du didyme.

— M. *Clèves* donne quelques indications sur les sels de l'erbium. La vraie erbine, caractérisée par son spectre d'absorption et par sa belle couleur rouge, a enfin, après un travail long et pénible, pu être obtenue dans un degré de pureté assez grand pour permettre la détermination exacte de son poids moléculaire. La méthode employée à cet effet a été la décomposition partielle des azotates par la chaleur. Le poids atomique trouvé ainsi pour l'erbium a été de 166. Ce nombre ne diffère guère du poids atomique de l'ytterbium (173). L'oxyde d'erbium est une poudre de la plus belle et pure couleur rose, et il la conserve même après une forte calcination. Il se dissout lentement dans les acides. Son poids spécifique est, 8,64. Ses sels possèdent une très belle et intense couleur rouge. La composition du sélénite, des sulfates doubles de potassium et d'ammonium, ainsi que la quantité d'eau que contient le sulfate simple, prouvent que l'oxyde d'erbium doit être écrit $Er^2 O^3$.

— M. *Gouy* donne les chiffres indiquant les longueurs d'onde de certaines parties du spectre solaire, mesurées par une méthode qu'il a imaginée et décrite antérieurement.

— MM. *Jacques* et *Pierre Curie* formulent ainsi les conclusions de leur travail sur l'électricité polaire dans les cristaux hémièdres à faces inclinées :

Dans toutes les substances non conductrices hémièdres à face inclinées étudiées, il y a une même liaison entre la position des facettes hémiédriques et le sens du phénomène de l'électricité polaire.

L'extrémité de l'axe d'électricité polaire, qui est déterminée par les facettes hémièdres formant avec lui les angles les plus aigus, se charge positivement par contraction et négativement par dilatation; l'autre extrémité, ou qui ne porte pas de facettes hémièdres, ou qui est formée par la base ou par les facettes hémièdres faisant avec l'axe les angles les plus obtus, se charge positivement par dilatation et négativement par contraction.

On sentira mieux la signification physique de ce qui précède, en disant que l'extrémité la plus pointue de la forme hémièdre correspond au pôle positif par contraction, tandis que l'extrémité la plus obtuse correspond au pôle négatif par contraction.

— M. *Thénard* rappelle à ce propos une expérience ancienne de son fils sur un sujet analogue.

— M. *Pifre*, poursuivant les travaux de M. Mouchot sur l'utilisation de la chaleur solaire, a pu construire un appareil tel qu'on utilise 80 pour 100 de la chaleur émise par le soleil sur une surface donnée.

— M. *Mengeot*, en faisant agir l'acide chlorhydrique sur le bichromate de potasse, et en faisant cristalliser lentement le produit de la réaction, a obtenu des sels verts d'un sel de chrome et des cristaux violets de sesquichlorure de chrome.

— MM. *Bergeron* et *L'Hôte* établissent, par des expériences physiologiques, les inconvénients que présentent, dans les cas d'expertise médico-légale de l'empoisonnement par la morphine, la substitution de l'alcool amylique à l'éther dans le procédé de Stas.

Il résulte de ces expériences que l'injection sous-cutanée, faite sur des grenouilles avec quelques gouttes, sur des animaux plus élevés tels que cobayes et lapins avec quelques centimètres cubes d'eau agitée avec de l'alcool amylique, a donné lieu, chez ces animaux, à un coma profond, avec résolution des membres, insensibilité de la cornée. Il est vrai qu'au bout de peu de temps l'animal revenait à lui; mais, par le fait de l'expérience, il avait toute l'apparence d'un animal narcotisé.

La quantité d'alcool amylique ainsi injectée est des plus faibles, et l'action produite est presque immédiate et très énergique.

Si l'on se reporte à la description assez vague donnée par le professeur Selmi, de Bologne, des accidents produits par l'injection des alcaloïdes cadavériques appelés *ptomaines*, et si l'on se rappelle que l'alcool amylique est employé pour l'extraction des ptomaines, on peut se demander si l'action toxique de ces alcaloïdes ne serait pas due en partie à l'alcool amylique employé pour les extraire. On ne peut jamais être sûr d'avoir débarrassé l'extrait cadavérique sur lequel on opère de toute trace d'alcool amylique. Il en résulte qu'on ne peut recourir avec confiance à l'expérimentation physiologique dans le cas où, soupçonnant un empoisonnement par la morphine, on a suivi le procédé de Stas modifié, c'est-à-dire l'emploi de l'alcool amylique.

— MM. *Dastre* et *Morat* ont répété la célèbre expérience de Pourfour du Petit et de Claude Bernard, qui consiste à sectionner le nerf grand sympathique au cou. Cette expérience classique avait montré que le grand sympathique contient des nerfs vasoconstricteurs. MM. Dastre et Morat montrent qu'il y a dans le même cordon des nerfs antagonistes des précédents, c'est-à-dire des nerfs vasodilatateurs. En effet, lorsqu'on excite le sympathique cervical, il se produit une dilatation primitive, immédiate, souvent énorme, des vaisseaux dans la moitié correspondante de la cavité buccale, c'est-à-dire dans la muqueuse du palais, des gencives, des lèvres, et dans la peau des lèvres et des joues, à la mâchoire supérieure et à la mâchoire inférieure. La rougeur devient intense, et on voit se manifester en même temps les autres signes de la dilatation des vaisseaux, chaleur, tuméfaction, redressement et ombilication des poils. Tous ces signes sont exactement limités à la moitié de la face qui correspond au nerf excité. Ils disparaissent presque immédiatement quand l'excitation a cessé. Une ligne nette sépare la région rouge écarlate de la région pâle, et, ce qui rend le spectacle plus remarquable et plus significatif encore, c'est que d'autres organes, l'oreille et la moitié de la langue du même côté, pâlissent et s'anémient, tandis que les organes précités rougissent et se congestionnent, de telle sorte que le contraste des couleurs de la langue est exactement inverse du contraste des couleurs de la cavité buccale et le fait ressortir davantage. Ces phénomènes se sont montrés d'une manière constante et avec une telle évidence, qu'ils constituent une bonne expérience de cours lorsque les conditions sont favorables, c'est-à-dire lorsque la gueule est faiblement pigmentée, que le nerf n'est pas fatigué, que l'animal est tranquille ou immobilisé par une faible dose de curare.

— M. *Kunckel* a étudié la manière dont certains Lépidoptères, les Papilionides et les Nymphalides se suspendent lorsqu'ils sont à l'état de chrysalide. On admet en général que c'est par la queue : en réalité, les chrysalides n'ont pas de queue, elles s'attachent ou se suspendent par les crochets des pattes membraneuses anales, modifiées et adaptées à des conditions biologiques particulières.

En effet, la queue est formée par l'accolement suivant la ligne médiane d'une paire d'appendices portant, l'un et l'autre indépendamment, une série de crochets tournés en sens contraire, la pointe en dehors, et semblables à ceux des pattes membraneuses des chenilles; cette paire d'appendices est une dépendance du douzième anneau de la chrysalide au même titre que les pattes dites *anales* sont une dépendance de l'anneau correspondant de la chenille.

— M. *Lortet* a trouvé en Syrie, à l'est de Tyr, près d'un village nommé Hanaoueh, une station préhistorique. Dans le ravin de la rivière Wady el Akkab, on rencontre d'abord de grandes statues, d'une antiquité très reculée, puis un peu plus loin d'énormes blocs dépassant le sol de 3 mètres, larges de 6 mètres, épais de 5 mètres et formant une roche rougeâtre, excessivement dure. Cette masse renferme des myriades de silex taillés et de nombreux fragments d'os et de dents. Tout autour le sol est jonché d'une quantité considérable de silex grossièrement travaillés, parmi lesquels on reconnaît les pointes et les racloirs du type dit *moustiérien*. Ces gros blocs, isolés de toutes parts du calcaire environnant, sont pétris de silex et d'ossements. Les silex sont jaunes ou noirs et d'un très beau grain; ils sont par places mis à nu, par suite de l'ablation qui résulte de l'action des agents atmosphériques, mais il est absolument impossible de les détacher de la gangue; ils se brisent plutôt que de se séparer du ciment extraordinairement dur qui les environne. Les quelques fragments de dents qu'on a pu extraire semblent se rapporter aux genres *Cervus*, *Capra* ou *Ibex*, *Bos* et *Equus*. Les os, brisés en parcelles, sont absolument indéterminables.

Cette station humaine paraît dater de la plus haute antiquité. Les silex présentent une forme très primitive, bien plus archaïque que ceux des grottes du Nahr el Kelb, et une très longue série de siècles a seule pu donner à ces débris de cuisine la dureté du porphyre le plus compact. Ce magma a dû se former dans une caverne dont le toit et les parois auront été enlevés par les proto-Phéniciens, auteurs des grossières figures signalées plus haut.

— M. *Chapelas* donne le résultat de ses observations sur les étoiles filantes des nuits des 9, 10 et 11 août 1880. Le nombre horaire moyen a été de 53,7 étoiles filantes. Le moment du maximum s'est produit entre 11 heures et minuit, à raison de 1,4 étoile par minute.

BIBLIOGRAPHIE

Sommaire des principaux recueils de mémoires originaux.

Quarterly journal of microscopical science (avril et juillet 1880). — *Thiselton Dyer :* La maladie des feuilles du café à Ceylan. — *Siddall :* La Shephearoella, un nouveau Rhizopode. — *Sedgwick :* Rapports de développements entre le rein et le corps de Wolff. — *Balfour :* Développement des Aranéides. — *Waldstein :* Biologie des bactéries. — *Parker :* Histologie de l'*Hydra Fusca.* — *Balfour :* Structure et homologies des couches germinatives de l'embryon. — *Hubrecht :* Recherches sur le système nerveux des Némertiens. — *Bourne :* Des organes rénaux des sangsues. — *Lankester :* Capillaires interépithéliaux du tégument des sangsues ; tissus conjonctifs et vaisseaux des sangsues. — *H. Green :* Emploi du microscope binoculaire de Wenham ; structure des spermatozoïdes de l'homme. — *H. Carpenter :* Quelques points de la morphologie des échinodermes. — *Lankester :* Du *Limnocodium Souerbii.*

— Annales de chimie et de physique (juillet 1880). — M. *Menschutkin :* Recherches sur l'influence exercée par l'isomérie des alcools et des acides sur la formation des éthers composés. — M. *J. Thoulet :* Contribution à l'étude des propriétés physiques des minéraux microscopiques.

— Rivista sperimentale di freniatria et di medicina legale (1880, t. VI, fasc. 1 et 2). — *Silvestrini :* Hémiplégie, hémiépilepsie, aphasie et trépanation du crâne. — *Baistrochi :* Notes anatomiques sur un idiot microcéphale. — *Seppili* et *Riva :* Paralysie générale à forme sénile avec anévrismes miliaires de l'écorce cérébrale. — *Buccola* et *Seppili :* Modifications expérimentales de la sensibilité. — *Tamburini :* Genèse des hallucinations. — *Buccola :* Des idées fixes et de leurs conditions physiologiques. — *Monti :* Amnésie et paralysie verbale avec lésions cérébrales. — *Tassi :* Lésions des centres psychomoteurs. — *Buccola :* La psychologie physiologique en Italie. — *Tamassia :* Recherches de médecine légale sur la putréfaction du foie. — *Selmi :* Recherches du phosphore de l'urine dans un cas d'empoisonnement par le phosphore. — *Tebaldi, Morselli, Angelucci, Capelli, Grazianetti :* Expertises médico-légales sur l'état mental de divers homicides. — *Pellacani :* Action toxique des dilutions aqueuses d'organes frais. — *Tamassia :* Projet de crèche.

— Bulletin scientifique du département du Nord (janvier-juillet 1880). — *Giard :* Myriapodes dans les fosses nasales de l'homme. — *Paquet :* Du pied-bot. — *Moniez :* Embryogénie de la ligule. — *Bertrand :* Théorie du faisceau. — *Tourneux :* L'anatomie générale, son but et sa méthode. — *Barrois :* Glandes du pied dans la famille des *Tellinidæ.* — *Duvillier :* Nouveau mode de formation de l'acide diméthylacrylique. — *Kelsch :* Pathogénie des hydropisies. — *Bruneau :* Recherches de la morphine dans l'urine. — *Moniez :* Études sur les cestodes. — *Mangin* et *Gosselin :* Note sur un cardamine des fortifications de Douai.

CHRONIQUE

Congrès géologique international. — 2e session. Bologne 1881. Ouverture : 26 septembre. — Le président du comité d'organisation croit utile de rappeler que les géologues qui désirent être admis audit congrès doivent se faire inscrire comme membres en adressant leur demande (avec indication exacte de leurs nom, prénoms, qualités et demeure) soit directement au bureau du comité à Bologne, soit à l'un des membres délégués.

Le comité a besoin de connaître le plus tôt possible le nombre approximatif des membres qui participeront au congrès, afin d'être à même de prendre, en temps utile, les mesures nécessaires à leur réception.

La demande doit être accompagnée de la cotisation de 12 francs.

Le reçu du trésorier, qui sera immédiatement envoyé au souscripteur, donne droit à la carte de membre (à délivrer à Bologne à partir du 20 septembre), ainsi qu'au compte rendu et autres publications ordinaires du congrès.

La demande, y compris l'envoi de la cotisation, peut être adressée au président du comité : M. J. Capellini (65, via Zamboni, Bologne).

Le programme suivant a été arrêté par le comité d'organisation :

1° A l'occasion du congrès géologique international qui doit avoir lieu en 1881 à Bologne, il est ouvert un concours en vue de l'établissement d'une gamme internationale de couleurs et de signes conventionnels, pour la représentation graphique des terrains sur les cartes et profils géologiques ;

2° La gamme proposée par les concurrents doit être pratiquement applicable aux cartes d'ensemble à petite échelle. Elle sera accompagnée d'un mémoire explicatif et d'un nombre suffisant de cartes et profils relatifs à des régions de différents caractères géologiques. Pour le mémoire, la langue française est recommandée ;

3° Le nom du concurrent doit être enfermé dans une enveloppe sur laquelle il y aura un mot ou épigraphe qui sera répétée sur le texte ;

4° Les travaux des concurrents devront parvenir au comité d'organisation du congrès à Bologne, à l'adresse de son président, M. J. Capellini, avant la fin du mois de mai 1881 ;

5° Le jugement sera rendu pendant le congrès, par un jury de cinq membres, choisis parmi les présidents des sous-commissions internationales ;

6° Il sera décerné un prix de 5000 francs à l'auteur de la solution qui sera jugée pratiquement applicable. Dans le cas où aucune des solutions présentées ne serait jugée acceptable, il sera décerné au concurrent ayant mérité le premier accessit une médaille d'or de 1000 francs. Des médailles d'argent et de bronze, même format, seront décernées au deuxième et au troisième accessit ;

7° Les enveloppes cachetées, accompagnant les travaux auxquels l'on devra décerner le prix ou bien les accessits, seront ouvertes pendant le congrès en séance publique, et les noms des lauréats proclamés ;

8° Il sera en même temps décerné par le comité d'organisation un diplôme d'honneur aux trois meilleurs travaux des sous-commissions internationales.

— Congrès international géographique pour 1881 (Venise). — Le troisième congrès géographique international aura lieu l'an prochain, en 1881, à Venise. L'ouverture aura lieu le 15 septembre, et le congrès durera une semaine.

Les membres du comité de patronage sont : MM. C. Correnti (Rome), G. Giovanelli (Venise), C. Negri (Turin), Serego Allighieri (Venise).

Le congrès sera divisé en six groupes :

1° Géographie mathématique, géodésie, topographie ;

2° Hydrographie, géographie maritime ;

3° Géographie physique, météorologique, géologique, botanique, zoologique ;

4° Géographie historique, ethnographique, philologique, histoire de la géographie ;

5° Géographie économique, commerciale, statistique ;

6° Méthodologie, enseignement et diffusion de la géographie ;

7° Explorations et voyages géographiques.

Il y a des membres donateurs (au-dessus de 40 francs) et des membres adhérents (15 francs).

Ce congrès sera accompagné d'une exposition d'objets se rapportant à la géographie.

L'exposition ouvrira le 1er septembre et durera un mois.

Ceux qui désireraient prendre part aux travaux du congrès sont priés d'écrire *au Comité directeur du Congrès géographique, 26, via del Collegio Romano, à Rome.*

— Astronomie. — Dans une des dernières séances du *Geological Club, Dulwich College,* M. B.-G. Jenkins a présenté un mémoire relatif à l'origine des courants de froid et à l'influence de la planète Vénus sur la terre. Sir S.-B. Airly avait déjà traité cette question autrefois.

M. Jenkins prétend que c'est à l'influence perturbatrice de Vénus que nous devons les courants froids de l'atmosphère, qui reviennent à peu près tous les sept ans : 1829, 1837, 1845, 1855, 1860, 1871, 1879.

En ce qui concerne les températures élevées, M. Jenkins établit que, depuis cinquante ans, on a observé un courant chaud qui se reproduit tous les dix ans et coïncide avec le passage de Jupiter à la périhélie.

Le propriétaire-gérant : Germer Baillière.

PARIS. — Impr. J. CLAYE. — A. QUANTIN et Cie, rue St-Benoît. [1298]

LA

REVUE SCIENTIFIQUE

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

REVUE DES COURS SCIENTIFIQUES (2E SÉRIE)

DIRECTEURS : MM. ANTOINE BREGUET ET CHARLES RICHET

2e SÉRIE — 10e ANNÉE | NUMÉRO 10 | 4 SEPTEMBRE 1880

Paris, le 3 septembre 1880.

A une des dernières séances de l'Académie des sciences (23 août), M. de Lesseps a communiqué une note intéressante de M. Mizon sur l'avenir de quelques-unes de nos colonies africaines. M. Mizon, lieutenant de vaisseau, a été chargé par le comité français de l'Association africaine de fonder une station sur le haut Ogooué.

Deux grands fleuves, le Niger et le Congo, sillonnent les régions les plus fertiles de l'Afrique. Les bassins de ces deux fleuves sont habités par des populations nombreuses ; on estime en effet que le bassin du Niger est peuplé de 29 millions d'habitants, et celui du Congo de 40 millions.

Il semble au premier abord que ces deux régions soient soustraites à l'influence française. En effet, le delta du Niger est occupé par les Anglais, et les Portugais ont colonisé l'embouchure du Congo ainsi que toutes les côtes avoisinantes. Cependant ce n'est là qu'une apparence de puissance, car le delta du Niger est une immense contrée, si marécageuse et si pestilentielle, que l'occupation anglaise n'y est que nominale. Quant au Congo, il présente, à 200 kilomètres de son embouchure, des sauts et des rapides tels qu'il devient impraticable sur un espace de 250 kilomètres, de Yellaba à Stanley Pool.

Donc, pour arriver à l'exploitation commerciale des deux grands et riches bassins du Niger et du Congo, il faut les tourner. Or la France est dans une excellente situation pour tenter cette entreprise et y réussir.

En effet, deux fleuves secondaires, partant de nos colonies du Sénégal et du Gabon, ne sont séparés du Niger et du Congo que par des plateaux étroits. De Bafoulabé, sur le haut Sénégal, à Ségou, sur le Niger, il n'y a qu'une distance de 250 kilomètres qui seront facilement franchis, soit par une voie ferrée, soit par une route praticable aux caravanes.

Quant au Congo, il est abordable par le fleuve dont l'embouchure est dans notre colonie du Gabon, par l'Ogooué. MM. de Brazza et Ballay ont remonté l'Ogooué et traversé le plateau qui sépare ce fleuve de l'Alima, grand affluent du Congo, sans sauts ni rapides, se jetant dans le fleuve au-dessus de sa dernière chute.

Le comité français de l'Association africaine va fonder une station aux sources de l'Ogooué, près du plateau où prennent naissance l'Alima et la Licona, toutes deux tributaires du Congo. Cette station sera à la fois hospitalière et scientifique. Elle sera organisée militairement comme les postes sénégalais et prêtera un appui désintéressé aux voyageurs, aux commerçants, à tous ceux qui, ayant un but scientifique, civilisateur ou commercial, viendront dans cette partie de l'Afrique.

On a reçu, il y a quelques jours, des nouvelles de M. de Brazza qui a remonté l'Ogooué, et qui est arrivé au point de jonction de ce fleuve avec le bassin du Congo.

Il faut espérer que les savants français tiendront à honneur de faire, dans ces pays inexplorés, des recherches qui ne sauraient manquer d'être fécondes. Ils seront sûrs de trouver dans le haut Ogooué un établissement français, qui pourra être pour eux une base d'opérations.

Quant au gouvernement, il fera, nous n'en doutons pas, tous ses efforts pour assurer, par des subventions suffisantes, l'existence et la prospérité de cette colonie scientifique.

On parle beaucoup, depuis quelque temps, d'une réforme du système pénitentiaire qui est notoirement insuffisant. La meilleure réforme serait évidemment celle qui servirait à la colonisation d'une terre africaine. Il ne faut pas oublier que l'Australie, cette admirable et riche colonie, a commencé par être un pénitencier, et qu'il y avait, en 1780, quelques *convicts* là où, en 1880, il y a les plus riches agriculteurs du monde.

DÉMOGRAPHIE

L'infécondité de la France.

LES FAITS — LES CAUSES — LES REMÈDES.

Le fait de l'infécondité relative de notre pays, alors que tous les grands États qui l'entourent voient leur population grandir rapidement, constitue un péril grave pour sa grandeur, pour son rôle politique dans ce monde. S'il devient définitif, si aucune des circonstances qui l'ont amené ne se modifie, si même, comme il y a lieu de le craindre, il s'aggrave, on pourra calculer exactement l'époque à laquelle il sera descendu au rang de puissance de second ordre.

Il a reçu, d'ailleurs, une très grande publicité et excité la verve railleuse des feuilles politiques de l'Angleterre et de l'Allemagne. Le *Times* ne tenait-il pas récemment le langage suivant, expression assez fidèle des sentiments de son pays pour le nôtre : « La société française *est une des formes du communisme* (?); or le vice inhérent au communisme, c'est de tout sacrifier aux unités dont il se compose ». Et, à la suite de cet exorde, il cherchait à démontrer que ce qu'il appelait la *dépopulation* de la France est le résultat des vices de son organisation sociale.

Un journal allemand, qui a toujours été l'ennemi acharné de la France, et qui a redoublé ses insultes depuis nos désastres militaires, ne craint pas de nous comparer « à ces races inférieures du nouveau monde disparues ou tendant à disparaître devant les races plus fortes qui ont envahi leur sol et les refoulent dans le désert, où elles meurent de misère et de maladies ».

Une grave revue, la *Revue d'Édimbourg*, le journal le plus estimé de l'Angleterre, prédit à la France que, faute de colonies pouvant recevoir les déclassés, les ennemis de tout gouvernement, de toute autorité, qui pullulent chez elle, elle est condamnée à d'éternelles révolutions, et que c'est surtout par ces révolutions, par l'insécurité générale dont elles sont la cause, qu'il faut expliquer le ralentissement exceptionnel survenu dans le mouvement de sa population depuis le commencement de ce siècle.

Il y a deux années, une Société savante dont les travaux sont très estimés, la Société de statistique de Londres, à la suite de la lecture, par un de ses membres, d'un mémoire sur la fécondité comparée des diverses races qui peuplent l'Europe, discutait les causes de l'affaiblissement graduel de celles de notre pays. Tous les orateurs qui ont pris part à la discussion ont déclaré voir, dans ce fait, un des phénomènes de physiologie des plus intéressants, mais les plus difficiles à expliquer de notre temps.

C'est cette explication que nous avons entrepris de chercher dans le milieu moral, économique et social où vit la société française.

Nous diviserons cette étude en deux parties : 1° les faits, c'est-à-dire le degré d'infécondité de la France, comparée d'abord aux autres États de l'Europe, puis à elle-même; 2° les causes d'après leur nature et le degré d'intensité de leur influence.

I.

LES FAITS.

Le tableau suivant, calculé pour des périodes récentes, fait connaître dans quelle mesure s'accroît, par l'excédent annuel des naissances sur les décès, la population du plus grand nombre des États de l'Europe. Nous procéderons par ordre alphabétique des noms de pays.

Pays.	Périodes.	Accroissement annuel par 1000 habitants.
—	—	—
Angleterre	1864-73	12,94
Autriche	1864-73	8,75
Bavière	1861-68	9,78
Belgique	1861-68	8,22
Danemark	1864-73	10,45
Écosse	1861-68	13,45
Espagne	1861-70	7,39
France	1861-69	*3,16*
Hanovre	1860-64	11,62
Hongrie	1861-68	11,05
Italie	1859-74	7,00
Norvège	1861-68	13,00
Hollande	1864-73	9,82
Prusse	1864-73	7,65
Russie	1861-65	13,85
Saxe	1861-68	10,95
Suède	1864-73	10,70
Suisse	1867-74	6,00
Wurtemberg	1851-68	9,23

Ce tableau contient la démonstration sans réplique du très faible excédent de nos naissances sur nos décès, non pas par le fait, comme nous le verrons plus loin, de l'accroissement de notre mortalité qui, au contraire, a progressivement diminué, mais de l'affaiblissement graduel de notre fécondité, c'est-à-dire du nombre d'enfants par mariage.

Voici dans quelle mesure cet affaiblissement s'est produit, en remontant à la période la plus éloignée pour laquelle nous possédions des documents officiels.

Périodes.	Accroissement par 1000 habitants.
—	—
1770-1785 (1)	6,00
1801-1810	4,30
1811-1820	5,70
1821-1830	5,80
1831-1840	4,14
1841-1850	4,14
1851-1860	2,36
1861-1869	3,16

Malgré des oscillations d'une certaine amplitude, le mouvement décroissant est manifeste.

Les autres États ont vu également se produire de plus ou moins fortes oscillations dans le mouvement de leur fécon-

(1) Document douteux, au moins en ce qui concerne le chiffre de la population dans cette période.

dité, mais en conservant toujours une énorme supériorité sur la France. Pour quelques-uns, ce mouvement est ascendant sans interruption. Ainsi, en Angleterre, nous trouvons pour les quatre périodes décennales finissant en 1873 les accroissements suivants pour 1000 habitants : 10,28; 11,92; 12,92 ; 12,94; — en Autriche, pour les trois dernières périodes décennales finissant la même année : 6; 7,68; 8,75; — en Bavière, de 5,39 en 1851-60, on monte subitement à 9,78, par suite d'une augmentation considérable des mariages due à la suppression du droit, pour l'autorité municipale, d'interdire ceux des indigents secourus par la commune; — en Belgique, nous trouvons, pour les trois dernières périodes : 6,07; 7,80 et 8,22; — en Écosse : 13,21 et 13,45; — dans l'ancien royaume de Hanovre : 9,35; 9,71; 11,62; — en Italie : 6,90 et 7; — en Prusse, après une forte diminution de 1861-67 à 1867-71 (11,35 et 7,65), on remonte à 11 de 1872 à 1873; — en Saxe, le rapport reste le même dans les deux périodes décennales pour lesquelles nous avons des documents : 10,95; — en Suède, le rapport est ascendant de 1751-1760 à 1821-30; après une forte chute de 1831 à 1840, le mouvement progressif reprend jusqu'en 1861-70 (de 8,90 à 11,46), pour retomber à 10,70 dans la période 1864-73.

Les seuls pays où la diminution est assez sensible depuis quelques années sont : le Danemark, où elle est continue depuis 1855-59; — l'Espagne, où nous descendons, de 8,82 en 1866-70, à 7,39 en 1861-70. Depuis 1872, la situation a empiré, le rapport d'accroissement par l'excédent des naissances ayant encore diminué.

En présence du ralentissement presque continu du progrès de notre population, on se demande naturellement si le nombre de nos mariages a également faibli et si telle est la cause de son état presque stationnaire.

Voici les faits.

En supposant un instant — ce qui n'est pas — que toutes les populations européennes aient un nombre égal d'adultes ou de *mariables* des deux sexes, on a les coefficients de mariages ci-après (mariages annuels pour 1000 habitants; pays classés par ordre décroissant de *mariabilité*).

Pays.	Périodes.	Mariages.
Prusse	1872-73	10,45
Russie	1861-65	10,40
Hongrie	1861-68	8,98
Autriche	1864-73	8,92
Saxe	1861-68	8,86
Bavière	1861-68	8,85
Angleterre	1864-73	8,43
Hanovre	1860-64	8,24
Hollande	1864-73	8,16
Wurtemberg	1861-68	7,94
France	1861-69	7,91
Belgique	1861-68	7,61
Espagne	1861-70	7,55
Danemark	1864-73	7,50
Italie	1869-74	7,55
Suisse	1867-74	7,30
Écosse	1861-68	7,20
Norvège	1861-68	6,71
Suède	1864-73	6,53

Ainsi, au point de vue du rapport des mariages à la population, la France occupe le onzième rang sur dix-neuf États, et huit pays plus féconds ne viennent qu'après elle.

Mais la situation se modifie si l'on rapporte le nombre des mariages aux adultes ou *mariables* des deux sexes. On trouve alors, pour quelques pays, les résultats ci-après (mariages pour 1000 individus de plus de quinze ans (ordre décroissant) :

Pays.	Périodes.	Mariages.
Hongrie	1856-59	72,20
Angleterre	1857-66	56,90
Saxe	1859-61	55,00
Espagne	1858-61	54,20
Autriche	1856-59	53,50
Prusse	1859-61	53,30
Danemark seul	1855-59	53,00
— avec duchés	1855-59	51,40
Hanovre	1854-58	50,10
Italie	1856-66	50,00
France	1856-65	48,50
Norvège	1851-60	46,85
Bohême	1855-59	45,45
Suède	1856-65	42,75
Hollande	1850-59	40,90
Belgique	1851-60	37,70

Ici également la France est au onzième rang, mais sur seize pays seulement.

Le rapport des mariages à la population a-t-il diminué en France? Le tableau ci-après ne semble pas l'indiquer.

1801-1810	7,90
1811-1820	7,92
1821-1830	7,77
1831-1840	7,92
1841-1850	7,94
1851-1860	7,88
1861-1869	7,94

Mais il y aurait lieu de se demander si le rapport des mariages aux mariables a suivi l'accroissement de ces derniers, accroissement incontestable, à en juger d'après le nombre des jeunes gens qui, d'après les comptes rendus du recrutement, ont atteint, à diverses époques, l'âge de vingt et un ans accomplis. Or la réponse est négative.

Ce qui semble confirmer le fait que le rapport des mariages aux mariables diminue, c'est que les recensements quinquennaux de la population signalent une proportion croissante de célibataires adultes. S'ils indiquent aussi, par une sorte de contradiction apparente, un nombre à peu près stationnaire de mariés, c'est que la durée de leur vie moyenne, et par suite celle des mariages, s'est accrue.

Terminons sur ce point en mentionnant le fait regrettable — mais qui n'est peut-être que le résultat accidentel du vide considérable qu'ont laissé, dans la population adulte masculine, nos pertes militaires de 1870-71 — de la diminution constante et rapide de nos mariages depuis 1872, comme l'indiquent les données numériques ci-après :

1872	352 754
1873	321 238

1874	303 113
1875	300 427
1876	291 393
1877	278 094
1878	279 650

Avec un mouvement rétrograde aussi caractérisé, il faut évidemment s'attendre à un mouvement de même nature en ce qui concerne le nombre des naissances.

Ceci nous conduit à nous demander si la diminution des naissances porte à la fois sur les enfants naturels et légitimes ou seulement sur les uns à l'exclusion des autres.

Voici les données officielles à ce sujet :

Périodes.	Enfants par mariage.
1800-15	3,93
1815-30	3,73
1831-35	3,48
1836-40	3,25
1841-45	3,21
1846-50	3,11
1851-55	3,10
1856-60	3,03
1861-65	3,08
1865-69	3,07
1874-78	3,04

Le rapport des naissances naturelles au total des naissances, ramené à 100, semble plutôt s'abaisser que s'élever :

Périodes.	
1851-56	7,28
1856-66	7,56
1864-68	7,61
1874-78	7,11
1878	7,25

Nous avons encore à rechercher si le très faible accroissement de notre population n'aurait pas à la fois pour cause et l'affaiblissement de la fécondité et l'élévation de la mortalité. Le tableau suivant donne, depuis le commencement du siècle, le rapport des décès de la population (réelle ou calculée), ramenée à 10 000 habitants :

1801-10	277
1811-20	260
1821-30	250
1831-40	248
1841-50	233
1851-60	239
1861-68	230
1872-78	223

On voit que la diminution est à peu près continue, malgré les guerres et les épidémies. Nous avons éliminé toutefois, comme exceptionnellement désastreuses, les deux années 1870-71.

Le mouvement de l'état civil ne permet de déterminer l'accroissement d'une population que d'après l'excédent des naissances sur les décès. Mais cet accroissement a un autre facteur : c'est le mouvement extérieur, c'est-à-dire l'excédent réciproque des émigrations et immigrations. Or l'effet de ce mouvement ne peut être déterminé que par les recensements de la population. Voici le résultat — plus ou moins exact — de ces opérations depuis 1801 :

	Population.	Accroissement annuel absolu.	Accroissement annuel p. 100 hab.	Période de doublement.
1801	27 349 103	»	»	»
1806	29 107 425	251 684	0,92	76 ans.
1821	30 461 875	90 297	0,31	224 —
1831	32 569 223	210 735	0,69	101 —
1836	33 540 910	194 337	0,60	112 —
1841	34 230 178	137 854	0,41	170 —
1846	35 400 486	234 061	0,68	102 —
1851	35 783 170	76 537	0,22	315 —
1856	36 139 364	77 239	0,20	347 —
1861	36 717 254	115 598	0,32	217 —
1866	37 392 737	135 097	0,37	187 —
1872	36 102 921	»	»	»
1876	36 905 788	200 718	0,55	120 —

Il serait trop long de chercher à expliquer les inégalités que signale ce tableau dans le coefficient d'accroissement de notre population. Les causes de ces inégalités sont nombreuses et ont une importance très variée. Citons, comme exemple, les omissions très notables qu'entraîna, en 1841, l'opposition que firent, au recensement de 1841, des habitants auxquels les journaux de l'opposition avaient persuadé que cette opération devait avoir pour résultat une aggravation des impôts.

La légère recrudescence constatée de 1856 à 1861 doit être attribuée, en grande partie, à l'annexion de Nice et de la Savoie ; mais cette explication disparaît pour le recensement de 1866. Quant à l'accroissement exceptionnel de 1872 à 1876, qui semble rappeler les périodes les plus favorisées, il est dû surtout à l'arrivée en France des Alsaciens-Lorrains ayant opté pour leur ancienne patrie et au retour d'un certain nombre de familles que la guerre et la Commune avaient décidées à l'exil et qui, revenues en France seulement après 1872, n'avaient pu être recensées cette même année.

Si l'on rapproche les accroissements de population déterminés par les recensements de ceux qui résultent des excédents des naissances sur les décès, on constate une assez notable différence au profit des premiers, c'est-à-dire un excédent absolu de quelques centaines de mille des immigrations sur les émigrations. Et, en fait, les recensements, depuis 1851, signalent l'existence d'un nombre de plus en plus élevé d'étrangers en France. Quant aux émigrations, elles sont relativement minimes et ne portent guère que sur nos départements alpins, dont les habitants se rendent en assez grand nombre dans les républiques de la Plata, notamment à Buenos-Ayres et dans sa banlieue.

Si, pour la généralité de la France, la population progresse, quoique dans une proportion sensiblement moindre que dans le reste de l'Europe, il est un certain nombre de départements qui se dépeuplent, et, chose étrange, plusieurs figurent parmi les plus riches du pays. La dépopulation a lieu, pour presque tous, par l'excédent des naissances sur les décès, et, en partie aussi, par l'émigration, mais à l'intérieur seulement.

Le tableau ci-après indique le nombre des départements perdants de 1872 à 1878 et le total des pertes :

Années.	Nombre des départements perdants.	Total des pertes.
—	—	—
1872.	10	7 928
1873.	25	14 488
1874.	10	5 814
1875.	26	16 042
1876.	18	11 712
1877.	17	8 669
1878.	25	21 140

Si, en 1878, vingt-cinq départements ont perdu de leur population, huit ont eu presque autant de décès que de naissances, et si le mouvement s'accentue en ce qui les concerne, — ce qui n'est rien moins qu'improbable, puisque déjà depuis plusieurs années ils se trouvent sur l'extrême limite qui sépare la perte du gain, — trente-trois départements, c'est-à-dire plus du tiers, seront entrés dans une période de décroissement à peu près continue.

De 1872 à 1878, quinze départements ont perdu constamment de leur population. Ce sont les suivants : à l'ouest, la Sarthe et cinq départements de l'ancienne Normandie, Calvados, Eure, Eure-et-Loir, Manche et Orne ; dans le Midi, Lot-et-Garonne, Tarn-et-Garonne, Gers et Var ; dans l'île de France, Oise et Seine-et-Oise ; dans les régions montagneuses, les Basses-Alpes toujours, les Hautes-Alpes souvent ; dans des régions diverses, Yonne et Aube.

Ainsi qu'on a pu le voir, beaucoup de ces départements figurent parmi les plus riches du pays ; ce n'est donc pas la misère qui y détermine soit une mortalité extraordinaire, soit une expatriation considérable, expatriation qui, en ne laissant, aux lieux d'origine, que les enfants et les vieillards, diminuerait les naissances et augmenterait les décès. Il est d'ailleurs démontré par les relevés de l'état civil que, dans le plus grand nombre des départements perdants, la mortalité a plutôt diminué qu'augmenté. Ce sont donc les naissances qui ont faibli.

Toutefois, dans les départements du Midi, on peut expliquer le phénomène dans une certaine mesure par des expatriations dues à des sinistres agricoles graves, comme la maladie des vers à soie (pébrine), celle de la vigne (longtemps l'oïdium et maintenant le phylloxera) ; à la suppression de la culture de la garance par suite de la découverte de l'aniline ou garance artificielle, peut-être à la suppression d'industries locales et de famille, comme résultat de la substitution des machines aux bras ; au déplacement d'industries manufacturières se rapprochant des voies ferrées ou des centres de production des matières premières (houille, fer, etc.), ou soit disparaissant, soit perdant de leur importance par suite d'une concurrence étrangère victorieuse. Et, ici, on ne saurait trop regretter que l'administration supérieure ne fasse pas étudier par ses agents les causes, accidentelles ou permanentes, de ces déficits douloureux qui viennent attrister, chaque année, quand le gouvernement publie le relevé de l'état civil, les amis de leur pays. En dehors des agents administratifs, les chambres de commerce, les chambres d'agriculture, les comices agricoles, en un mot, toutes les représentations locales des forces productives du pays, et même les comités d'hygiène, si compétents pour l'étude des questions qui se rattachent à la population, devraient se livrer, en présence de la gravité croissante du phénomène, à un examen approfondi de tous les faits, économiques, moraux, sociaux et sanitaires, qui peuvent le déterminer.

II.

LES CAUSES.

Une bonne classification de ces causes rencontre de très grandes difficultés, parce que, dans l'état d'étroite solidarité qui unit tous les faits sociaux, elles ne sauraient se distinguer nettement les unes des autres.

En effet, on peut dire de la société qu'elle ressemble à un clavier qui résonne tout entier quand on touche une seule de ses cordes.

Toutefois nous allons tenter le classement suivant, comprenant quatre grands groupes : 1° *causes morales ;* 2° *causes économiques ;* 3° *causes politiques ;* 4° *causes physiologiques.*

1° *Causes morales.* — Au premier rang de ces causes, il faut placer, sans hésiter, quelque opinion que l'on puisse professer sur la valeur, au point de vue philosophique et moral, des croyances religieuses, la perte graduelle de ces croyances. Il est certain que toutes les religions, le christianisme aussi bien que le judaïsme et le mahométisme, interdisent sévèrement tout acte, toute manœuvre ayant pour but de déjouer l'œuvre de la nature dans le mariage. Quand la Bible a dit : « Croissez et multipliez », elle a entendu sauvegarder les intérêts supérieurs des sociétés de tous les temps. C'est par leur fécondité, en effet, que ces sociétés atteignent le plus haut degré de puissance ; c'est par leur infécondité qu'elles s'affaiblissent pour devenir, plus tard, la proie facile des nations qui les entourent. C'est quand l'empire romain est devenu infécond, à ce point que les empereurs, ne trouvant plus à recruter les légions, édictent des privilèges pour les familles nombreuses, que les invasions des barbares se multiplient et finissent par s'emparer de Rome. C'est par le fait de leur fécondité que les races germanique et anglo-saxonne se répandent dans le monde entier, y apportant leur langue, leurs idées, leur civilisation. Quand on voit la population des empires allemand et russe s'accroître d'un demi-million d'habitants par an, et celle de l'Angleterre d'un quart de million, alors que la France n'a guère qu'un excédent de 100 000 naissances sur ses décès, on comprend que notre pays entretienne les plus graves préoccupations pour son indépendance, même dans un avenir assez rapproché. On comprend aussi que, dès à présent, il cède partout la place à ces trois puissances, et voie s'évanouir son influence morale et politique.

La perte du sentiment religieux ne conduit pas seulement à la limitation volontaire de la fécondité ; elle a d'autres conséquences graves dans le même ordre de phénomènes. Ainsi elle favorise les unions illégitimes, généralement stériles. Elle favorise le développement de la prostitution réglementaire, et surtout de la prostitution occulte, bien autrement

dangereuse. En enlevant à l'homme la plus grande force morale qui existe ici-bas, le moyen le plus sûr de sortir victorieux de l'inévitable lutte contre les épreuves d'une vie de plus en plus tourmentée, elle le laisse sans défense contre les suggestions du désespoir. De là cet accroissement général, et dans des proportions véritablement alarmantes, en Europe, mais surtout en France, du suicide et de la démence, qui procèdent probablement des mêmes causes. L'oblitération du sens moral, autre conséquence assez ordinaire de la perte du sentiment religieux, est la source de cette criminalité croissante, qui s'en prend autant aux personnes qu'aux propriétés, et dont l'audace, l'habileté, mais aussi la cruauté dans les moyens d'exécution, sont aujourd'hui un sujet d'effroi.

C'est certainement à la vivacité du sentiment religieux qu'est due, au moins pour une très notable partie, la grande fécondité de l'Angleterre, de l'Allemagne, de la Russie et de la Hongrie.

Signalons surtout, dans cet ordre de faits, la marche rapidement progressive des infanticides et des avortements, des avortements surtout, de ceux, en nombre beaucoup plus grand qu'on ne le pense, qui échappent à la justice. On sait d'ailleurs que, surtout dans les grandes villes, la pratique des avortements est la première *industrie* de certaines sages-femmes. Peut-être faut-il chercher, dans cette pratique déplorable, d'abord le nombre, pendant longtemps progressif en France, des enfants ou qui n'arrivent pas à terme, ou qui succombent pendant et peu après l'accouchement, enfants que l'on désigne sous le nom, assez inexact d'ailleurs, de *mort-nés*, puis du chiffre sensiblement plus élevé de ces enfants dans les villes, mais surtout dans les grandes agglomérations, que dans les campagnes, où cependant l'inhabileté de beaucoup de sages-femmes, disons mieux, de véritables *matrones*, fait courir les plus grands dangers aux mères et aux nouveau-nés.

De 1840 à 1860, le nombre des mort-nés s'est élevé de 3,27 à 4,42 pour 100 conceptions. Il oscille aujourd'hui entre 4,40 et 4,50. Il varie, comme nous allons le voir, selon le degré d'agglomération des populations. Voici notamment les nombres afférents à l'année 1865 pour 100 conceptions (mort-nés compris):

Département de la Seine	6,85
Villes (moins Paris)	5,17
Campagnes	3,82

L'influence des avortements sur le nombre des mort-nés est encore démontrée par ce fait qu'ils sont plus nombreux dans les naissances naturelles que dans les naissances légitimes, les filles-mères ayant un plus grand intérêt que les mères légitimes à supprimer le résultat de leur faiblesse.

Donnons, pour la même année, les documents officiels sur ce point (mort-nés pour 100 conceptions) :

	Enfants légitimes.	Enfants naturels.	Conceptions totales.
Département de la Seine	6,28	8,41	6,85
Villes autres que Paris	4,77	8,15	5,17
Campagnes	3,68	6,72	3,82
France entière	4,08	7,64	4,36

L'accroissement du nombre des mort-nés est indiqué par le tableau ci-après (mort-nés pour 100 conceptions) :

Périodes.	Enfants Légitimes.	Enfants Naturels.	Total.
1846-50	3,18	6,60	3,42
1851-55	3,67	6,92	3,91
1856-60	4,04	7,36	4,30
1861-65	4,08	7,64	4,36

Ainsi, par des raisons qu'il est permis de soupçonner, un nombre croissant de conceptions ne donne pas lieu à des naissances d'enfants vivants. Or il ne s'agit ici que des enfants arrivés à terme ou à peu près, l'administration ne connaissant pas et ne pouvant connaître les expulsions volontaires de fœtus après une faible durée de la gestation.

Seulement, de l'accroissement des mort-nés il est permis d'induire celui, beaucoup plus rapide, des avortements, dont la perpétration est facilitée par les progrès de l'obstétrique.

L'amour du bien-être, conséquence presque inévitable d'une civilisation progressive, et la crainte de le compromettre quand il est acquis, favorisent également à un haut degré l'infécondité de notre pays. Dans cette course haletante après la fortune, après les jouissances matérielles qu'elle procure, une nombreuse famille serait un obstacle qui ralentirait notre marche et permettrait à nos rivaux de nous dépasser. Ce n'est pas sans raison, en effet, qu'on a comparé la vie moderne à une sorte de *turf*, de champ de course, sur lequel, pour arriver plus sûrement au but, il est indispensable de ne porter que la charge la plus légère possible. Donc, ou le célibat, ou le mariage s'en rapprochant le plus par le petit nombre des enfants.

La bourgeoisie, convaincue que, dans l'état actuel de notre société, et malgré nos mœurs démocratiques (démocratiques à la surface), la fortune est encore le titre le plus sûr à la considération et le marchepied le plus solide au pouvoir, la bourgeoisie, disons-nous, rêve, pour ses fils, de brillants mariages qui uniront un jour deux opulents patrimoines. Les enfants, partageant cette préoccupation de leurs parents, s'habituent de bonne heure à ne considérer l'acte le plus important de la vie que comme une heureuse spéculation dans laquelle les qualités du cœur et de l'esprit, une affection, une estime réciproques n'ont rien à voir. Seulement leurs prétentions, leurs exigences sur le chiffre de la dot les condamnent souvent à une longue attente. De là des mariages tardifs, c'est-à-dire contractés à un âge où les époux ne peuvent guère espérer une postérité nombreuse que, d'ailleurs, ils ne souhaitent pas.

Ajoutons que les mariages ainsi contractés sous l'influence exclusive de l'ambition, de l'amour du bien-être, des satisfactions d'amour-propre, sont rarement heureux. Bien souvent, en effet, éclatent des antipathies de goût, d'humeur, de caractère, puis, par degré, des mésintelligences profondes, irrémédiables, qui, si elles ne se traduisent pas toujours par le scandale d'une séparation judiciaire, déterminent une séparation réelle, effective, soit que les époux se quittent, soit

qu'ils continuent à habiter sous le même toit, mais en restant complètement étrangers l'un à l'autre.

La gravité de la situation dans ce sens est suffisamment attestée par le nombre toujours grossissant des procès en séparation, qui dépassent aujourd'hui 3000, soit 1 pour 100 mariages contractés dans l'année.

Mais le mal est surtout dans la résolution des époux de limiter le nombre de leurs enfants et presque toujours à deux au plus. Cette résolution, qui, si elle était toujours et rigoureusement exécutée, conduirait, bien réellement cette fois, à la dépopulation de la France, puisque, par la mort d'un des enfants, les parents ne seraient même pas remplacés dans la génération à venir, cette résolution a cependant pour effet général, et clairement attesté par les documents officiels, de réduire le nombre des enfants par mariage.

Le père de famille n'est pas le seul coupable dans cette limitation volontaire de la fécondité légitime. Il a, surtout dans les classes élevées, l'épouse pour complice, l'épouse qui veut ménager sa jeunesse, sa beauté, et interrompre le moins longtemps possible une vie de distractions et de plaisirs.

La fermeture des tours n'a pas été sans une certaine influence sur le phénomène que nous étudions, les parents, même dans les classes inférieures de la société, se refusant à vouer à une misère certaine, à une mort prématurée, des enfants qu'ils ne pourront que difficilement élever.

2° *Causes économiques.* — La plus importante sans contredit est le développement de la richesse publique en France, et sa moins inégale répartition que dans les autres États européens. Il est certain que c'est surtout dans notre pays que l'on constate un progrès sensible de l'aisance au sein des classes ouvrières (agricoles ou industrielles), obtenant, par une hausse incessante du salaire, une part de plus en plus grande dans les bénéfices de la production.

Or la théorie et l'expérience enseignent que les populations qui s'enrichissent sont des populations rangées, économes, ne négligeant aucun moyen non seulement de conserver, mais encore d'accroître leur bien-être. L'indigence seule est imprévoyante, et les ouvriers les moins laborieux, les moins intelligents, n'en fournissent que trop la preuve à la fois par de funestes habitudes d'intempérance et par l'insouciance (fruit de cette même imprévoyance) avec laquelle ils augmentent une famille qu'ils sont impuissants à soutenir.

Tous les observateurs sont unanimes sur ce point. « Quand l'homme ne raisonne plus, dit Quetelet, qu'il est démoralisé par la misère, qu'il vit au jour le jour, les soins de la famille ne le touchent pas plus que ceux de sa propre existence, et, poussé par le seul plaisir du moment, il se reproduit sans inquiétude pour l'avenir, remettant pour ainsi dire à la Providence, qui l'a nourri lui-même, le soin de faire vivre ses enfants. » (*Essai de physique sociale,* 1835.)

« Toute mesure, a dit Malthus, qui tend à diminuer la mortalité par l'amélioration du sort des hommes, tend, par cela même, à diminuer les naissances. »

« Si, en augmentant les moyens d'existence du pauvre, dit Thornton, vous le retirez de la pauvreté, vous le guérissez, par ce fait, du défaut de l'imprévoyance. Plus il aura à perdre, plus il craindra de perdre. Il est admis aujourd'hui qu'un haut degré de bien-être est le plus fort obstacle aux mariages imprévoyants. » (*Over population,* Londres, 1847.)

« Le petit nombre de naissances, dit Stuart Mill, tend directement à prolonger la vie en maintenant la population dans l'aisance, et il n'est pas douteux que la même prudence qui nous fait éviter les causes de maladie nous garantit de la principale cause de la pauvreté. Les moyens de subsistance et de travail en Angleterre n'ont jamais augmenté plus rapidement que dans ces trente dernières années, et cependant chaque recensement a fait constater un accroissement de population inférieur à la période précédente. » (*Principles of political economy,* Londres, 1848.)

Francis d'Ivernois avait tenu le même langage à l'occasion de ses études sur la mortalité d'un certain nombre de localités suisses (*Mortalités proportionnelles,* 1835), dans lesquelles il démontre que la moindre fécondité et la plus longue vie moyenne se rencontrent dans celles dont les habitants ont le plus d'aisance.

« L'homme qui possède, a dit M. Hipp. Passy, qui, à force de travail, est parvenu à acquérir un lot de terre, qui espère l'agrandir avec l'aide du temps, s'habitue à calculer avec l'avenir. Et il est rare qu'il ne porte pas, dans ses actes, le degré de raison et de sagacité nécessaires à l'amélioration continue de sa situation.

« Dans tous les pays, c'est le prolétaire qui abandonne sa vie au hasard. Le paysan, en France, par cela même qu'il possède ou peut parvenir à posséder sa part du sol, n'est pas seulement laborieux ; il est économe et prévoyant. Sur lui opèrent à la fois et la crainte de s'appauvrir en se donnant une famille trop nombreuse et le désir de laisser un héritage à ses enfants. » (*Systèmes de culture,* p. 213.)

En fait, les recherches les plus dignes de foi montrent que la fécondité est en raison inverse du degré d'aisance des populations. C'est ainsi que, d'après les travaux de M. Quetelet pour Bruxelles, de W. Farr pour Londres, de Villermé, Benoiston de Châteauneuf et plusieurs autres pour Paris, le maximum des naissances, à nombre égal d'habitants, se produit dans les quartiers qu'habitent les classes ouvrières et le minimum dans les quartiers riches ou simplement aisés.

Le docteur Vacher, en recherchant, d'après l'*Almanach de Gotha,* le nombre à diverses époques des familles princières, ducales et autres, a démontré que, par suite du petit nombre de leurs enfants, ces familles ou ont entièrement disparu ou sont destinées à disparaître prochainement.

En France, le maximum de fécondité se rencontre dans les départements qui payent, à nombre égal d'habitants, le moins d'impôts, ou dans ceux qui, comme les départements bretons, ont le plus conservé les croyances religieuses.

Si la longueur de la vie moyenne, ou, plus exactement, si un âge moyen très élevé des décédés, et un nombre relativement considérable de survivants à vingt ans, sont, ce qui n'est pas douteux, un indice sûr de l'aisance, on va voir que la plus grande fécondité se rencontre dans les départements les moins aisés. C'est ce qu'indique le tableau ci-après, où nous avons réparti quatre-vingt-cinq de nos départements en

neuf groupes relativement au nombre des survivants mâles à vingt ans sur 100 naissances d'après les comptes rendus du recrutement.

Groupes	Survivants à 20 ans.	Age moyen des décès. Ans.	Mois.	Enfants par mariages.
6	54,8	26	1	3,83
13	58,1	31	0	3,22
11	61,2	32	0	3,13
12	62,5	33	1	3,02
9	63,7	33	2	3,01
12	64,9	34	4	2,90
9	66,7	36	8	2,72
7	69,4	38	4	2,60
6	72,2	41	7	2,40

Cette influence préventive de l'aisance sur la fécondité est telle, qu'un physiologiste anglais fort distingué, le docteur Doubleday, a été tenté de croire que la misère est *naturellement* prolifique, et réciproquement, que le bien-être détermine une sorte de stérilité relative. Mais, pour nous, Doubleday s'est trompé en prenant un fait purement économique pour un phénomène de l'ordre physiologique.

C'est surtout dans les campagnes que la diminution de la fécondité s'est manifestée avec le plus d'intensité, et cette diminution coïncide avec la portion de plus en plus considérable du sol que le morcellement de la propriété a fait tomber entre les mains du cultivateur. Quant à la diffusion de la propriété rurale, elle résulte très clairement de l'accroissement des petites cotes, qui sont évidemment des cotes rurales. Or, devenu propriétaire, et le plus souvent avec des facilités de payement, le paysan qui n'a pas besoin d'une nombreuse famille pour cultiver son lopin de terre, est obligé, pour tenir ses engagements, d'économiser sur toute chose et notamment sur le nombre de ses enfants. On cite quelques faits curieux de cette dernière économie. Le Puy-de-Dôme est un des départements agricoles les plus riches de la France, et en même temps un de ceux où la propriété est le plus morcelée. Or voici une observation curieuse, recueillie par le docteur Dubret, médecin à Pont-du-Château, chef-lieu de canton de l'arrondissement de Clermont. Sur six communes de ce canton dont il a relevé les actes de l'état civil de 1849 à 1869, il a constaté que quatre présentaient un excédent des naissances sur les décès. Des six communes d'un canton voisin, celui de Vertaison, quatre sont dans le même cas. Enfin, sur un total de dix-huit communes étudiées à ce point de vue, une seule présente un excédent notable des naissances sur les décès. Le docteur Dubret n'hésite pas à affirmer que ce mouvement de dépopulation, l'émigration étant presque nulle, a exclusivement pour cause l'enrichissement du paysan et la division de la propriété à son profit. (*Mortalité des enfants du premier âge*, 1872.) Cet enrichissement du paysan en France est, d'ailleurs, un fait démontré et que tout le monde peut observer. Ainsi, il ne mangeait autrefois que du pain de seigle ; il lui faut aujourd'hui du pain de froment ; la viande, le vin, consommations de luxe pour lui il y a trente ans, entrent aujourd'hui pour une forte part dans son alimentation habituelle.

M. Baudrillart, dans une lecture récente à l'Académie des sciences morales et politiques, sur la population agricole de la Picardie, constatait ce fait tristement curieux que, dans un canton rural, où l'on avait compté le nombre d'enfants dont se composaient les familles des paysans réputés les plus riches, on était arrivé à un total de trente-sept pour trente-cinq ménages.

Maintenant, il importe de remarquer que, dans aucun pays d'Europe, la terre n'est aussi morcelée et le bien-être relatif du paysan aussi grand qu'en France.

Au nombre des causes de notre infécondité, nous croyons pouvoir classer le progrès, très rapide en France, des agglomérations urbaines au préjudice des petites localités et des campagnes. Il est dû à la concentration de l'industrie dans un certain nombre de grandes villes, aux travaux publics et privés qui y abondent, par suite au taux élevé des salaires, à la multiplicité et au bon marché des moyens actuels de transport, enfin au désir de goûter les plaisirs dont, en province, on suppose que les villes ont seules le secret. D'un autre côté, le séjour de l'armée dans les centres de population entraîne cette conséquence que beaucoup de soldats libérés du service aiment mieux y rester que de retourner aux communes d'origine. Enfin la centralisation administrative, l'abondance des secours hospitaliers et à domicile, des distractions inconnues ailleurs, une grande tolérance de l'opinion, la possibilité d'y cacher des fautes, des antécédents fâcheux déterminent un mouvement de migration de plus en plus caractérisé vers les grands chefs-lieux de nos départements.

Or, au point de vue de l'accroissement de la population, le séjour de villes comme Paris, Lyon, Marseille, etc., a d'incontestables dangers. Le plus grave, c'est qu'à peu d'exceptions près, elles sont soumises à une mortalité exceptionnelle, mortalité telle que, sans le secours d'une forte et continuelle immigration, elles verraient, par l'excédent des décès sur les naissances, leurs habitants diminuer rapidement. Parmi les causes de cette mortalité, il faut signaler les suivantes : air vicié ; travaux excessifs ; excès de toute nature, mais surtout excès alcooliques ; surveillance insuffisante de la prostitution, dont l'influence sur la santé publique est si grave ; réseau d'égouts incomplet, ou défectueux ; approvisionnement d'eau, potable ou non, ne répondant, ni comme quantité ni comme qualité, aux besoins de la consommation ; falsification sur une grande échelle des boissons et denrées alimentaires ; nombre exceptionnel des enfants naturels, soumis à une mortalité prématurée, des infanticides, des meurtres, des accidents mortels ; difficulté, pour les mères qui ne peuvent nourrir et ne veulent pas se séparer de leurs nouveau-nés, de se procurer du lait pur et à un prix modéré ; cherté exceptionnelle de la vie, par suite des taxes d'octroi et autres ; puis, par toutes ces raisons, propagation rapide des épidémies, soit qu'elles viennent du dehors, soit qu'elles éclatent à l'intérieur.

Ajoutons que les mariages y sont plus rares qu'ailleurs, au moins par rapport au nombre exceptionnel des adultes des deux sexes qu'y amène l'immigration. C'est l'effet inévi-

table de la cherté de la vie et des exigences de certaines situations, comme la domesticité et le grand nombre de petits emplois à peine suffisants pour faire vivre leurs titulaires. Les facilités qu'y rencontrent les liaisons illégitimes, fort peu fécondes, comme nous l'avons déjà dit, sont encore un obstacle au mariage. Enfin l'âge moyen des époux au moment où ils s'unissent y est plus élevé que dans les petites localités, et, par ce fait, leur fécondité est moindre.

Parmi les autres causes économiques, signalons le renchérissement de la vie matérielle et particulièrement des denrées alimentaires. Pour la viande, il s'explique par la diminution considérable de nos animaux de race ovine déterminée, selon les uns, par la forte concurrence des laines étrangères ; selon d'autres, par le morcellement incessant de la propriété, la suppression des jachères, la mise en culture des vaines pâtures, enfin l'amodiation ou la vente des biens communaux utilisés autrefois pour la dépaissance. Nos animaux de race bovine ont également diminué d'après les statistiques officielles, quoique dans une proportion beaucoup moins considérable. L'accroissement du nombre des consommateurs de viande, comme conséquence du progrès de la richesse publique, accroissement coïncidant avec une diminution de la production, a dû également contribuer à la hausse des prix, que n'ont pu prévenir des importations de beaucoup inférieures aux besoins.

Une assez longue série de mauvaises récoltes a également élevé le prix du pain.

L'invasion progressive de la vigne par le plus redoutable des ennemis qu'elle ait encore eus tend aussi à faire du vin une boisson de luxe, accessible seulement aux classes aisées.

Il ne faut pas se dissimuler, d'ailleurs, que le morcellement de la culture par le fait du morcellement de la propriété, en excluant l'emploi des machines, et, par suite, en exigeant une main-d'œuvre plus considérable que la grande culture, détermine un prix de revient plus élevé des produits agricoles, surtout si l'on tient compte de la rareté croissante des bras dans les campagnes, double résultat et du faible accroissement de la population et de l'émigration pour les villes.

Le chiffre, énorme déjà, et toujours croissant des impôts au profit de l'État, du département et de la commune ajoute également, dans une proportion sensible, aux frais de production. Le commerce en est également atteint et ne peut mettre qu'à des prix de plus en plus élevés à la disposition du consommateur les produits dont il a besoin.

Enfin, il n'est pas jusqu'aux chemins de fer, qui, en élargissant sans relâche le rayon de consommation des produits agricoles, n'amène, avec le nivellement des prix, la hausse de ces mêmes prix. L'expérience de chaque jour le démontre sans réplique : dans toute localité touchée par un chemin de fer, la valeur des denrées alimentaires s'élève immédiatement, parce que la spéculation s'en empare pour les transporter dans les grands centres de consommation ou à l'étranger.

Si les salaires, d'une part, et les profits professionnels de l'autre s'élevaient parallèlement aux prix, la prospérité du pays n'en souffrirait peut-être pas; mais il est loin d'en être ainsi; et, dans tous les cas, la classe nombreuse des personnes qui vivent d'un revenu fixe est condamnée à de grandes privations.

De là, en partie, avec les causes que nous avons indiquées plus haut, la forte diminution des mariages que l'on constate depuis 1872, et le taux toujours décroissant de la fécondité, même, chose remarquable, de la fécondité illégitime. Il est évident qu'en présence des charges qui résultent de cette situation nouvelle, les futurs époux attendent, avant de s'unir, d'avoir les moyens d'y faire face. Ici, il n'y a plus, comme dans les classes riches, des calculs d'égoïsme, d'intérêt, d'ambition, il ne s'agit plus de satisfaire aux exigences d'un luxe qui, pour ces classes, est devenu une sorte de nécessité, mais de pourvoir à des besoins impérieux, à la possibilité de faire vivre, et de la vie la plus modeste, enfants et parents. Or les mariages d'époux qui n'ont, pour subsister, que le travail de la journée sont de beaucoup plus nombreux que ceux d'époux riches. On en trouverait, au besoin, la preuve dans le document statistique qui nous apprend que, sur cent mariages, quatre-vingts ne sont pas précédés d'un contrat, très probablement parce que les époux n'ont pas d'apports, de dots à sauvegarder.

Or, en France, la misère est d'autant plus redoutable que l'assistance n'est nullement obligatoire comme en Angleterre et en Allemagne, où les communes sont tenues de venir en aide à leurs indigents. Il en résulte qu'elle est purement volontaire, et, comme telle, très limitée. Que peuvent, en effet, surtout en temps de crise économique, alors que le travail manque à l'ouvrier, les modestes distributions du bureau de bienfaisance, *là où il existe*; — car 11 000 communes seulement sur 36 000 en possèdent? Sans doute la charité privée fait, dans ce cas, des efforts extraordinaires; mais, comme chacun est atteint par la crise, les dons en argent ou en nature sont loin de suffire aux exigences de la situation.

En Angleterre, quand l'ouvrier est sans ouvrage et sans économies, il n'hésite pas aller frapper à la maison de travail (*work house*) et cette porte s'ouvre sans retard, après une très courte et très sommaire enquête sur la réalité de l'indigence, pour lui, sa femme et ses enfants. Aussi un économiste éminent a-t-il pu écrire : « Chez nous, quand l'ouvrier songe à se marier, dans les perspectives qu'ouvrira devant lui la nouvelle situation qu'il va se créer, ne figurera jamais la crainte de voir sa famille souffrir un jour de la faim. » (*Senior. Outlines of political economy.*) En France, il en est autrement, et ce n'est pas sans un sentiment douloureux qu'on lit chaque année dans les comptes rendus de la justice criminelle, au chapitre des morts violentes, que deux cents à deux cents cinquante malheureux ont succombé aux privations, à la misère, à la faim.

Une circonstance aggravante de l'indigence en France, c'est notre antipathie profonde pour l'émigration. Il est triste d'être obligé de le dire, mais le fait n'est que trop vrai, l'énergie nous manque pour aller chercher au dehors, comme les hardis et entreprenants enfants des races d'origine germanique, les ressources qui nous manquent chez nous. Puis, l'amour du pays est tel, qu'à l'étranger, la nostalgie nous tue. La fameuse devise américaine *go ahead, and never mind*

(que l'on peut traduire par ces mots : *en avant, encore et toujours en avant!*) n'est pas faite pour nous. A nos yeux, l'émigration, c'est l'exil, et quand, par hasard, les événements nous l'imposent, nous n'aspirons qu'au retour, hors d'état de nous créer, par notre travail, par les ressources de notre esprit ou de nos bras, puis, par notre sagesse, par notre esprit de conduite, par le respect des usages, des mœurs, des institutions des pays où nous sommes appelés à vivre, les moyens d'existence que nous ne trouvons pas dans notre pays. L'Allemand, l'Anglais, l'Écossais, l'Irlandais réussissent, au contraire, là où nous échouons, parce qu'ils sont économes, rangés, laborieux, patients, et ne reculent devant aucun moyen, quelque modeste qu'il soit, de gagner leur vie par le travail.

Aussi la ressource de l'émigration, si grande de l'autre côté de la Manche et du Rhin, et si favorable à la fécondité des pays qui y recourent, nous fait à peu près complètement défaut.

Les moralistes — beaucoup plus que les économistes qui n'en sont pas les adversaires — attribuent aux progrès incessants du luxe le faible mouvement de notre population.

Moheau (*Recherches sur la population,* 1778) lui attribuait la fécondité décroissante des mariages qu'il constatait déjà de son temps, sans en avoir cependant la preuve officielle.

Il est certain que, de nos jours, le luxe, c'est-à-dire le superflu, a marché d'un pas plus rapide que la richesse publique. Il en est résulté, pour un grand nombre de familles qui auraient eu des moyens d'existence suffisants si elles avaient voulu vivre simplement, une gêne sensible, les obligeant d'abord à limiter le nombre de leurs enfants, puis à sacrifier une notable partie du véritable bien-être, du bien-être intérieur, de celui qui n'a pas de témoins, aux apparences d'une grande situation de fortune. L'entraînement est général dans ce sens; des villes, il a gagné les campagnes, et, dans les villes, les classes inférieures elles-mêmes ont été atteintes, l'ouvrier voulant porter, les jours de fête, le même habit que son patron. Seulement ce luxe extérieur ne peut être satisfait qu'aux dépens des besoins véritables, comme l'alimentation et le logement.

La définition du mot *luxe* est assez difficile, car on ne peut guère préciser le point où il commence. Le nécessaire et le superflu varient en effet selon les besoins qui sont loin d'être les mêmes pour tous. Les besoins en général sont plus grands dans les pays civilisés que dans ceux qui ne le sont pas, ou le sont moins. Puis, les besoins du paysan ne sont pas ceux du citadin; les besoins de l'ouvrier ne sont pas ceux du négociant, du rentier, du propriétaire. Il est évident qu'ils grandissent avec la condition sociale. Comment donc, si l'on pouvait avoir la pensée de revenir aux taxes somptuaires, la loi distinguerait-elle le luxe du nécessaire pour les classes inférieures, moyennes et supérieures de la société?

Selon nous, il y a deux sortes de luxe : l'un parfaitement légitime, c'est celui qui résulte de l'emploi d'une fortune bien et dûment acquise; c'est celui auquel on peut faire face sans compromettre cette fortune et même en réalisant des économies. Ce luxe n'est pas seulement légitime, il est nécessaire, car c'est le stimulant indispensable de la production agricole et industrielle. L'autre luxe, le luxe véritablement dangereux et que moralistes et économistes doivent être unanimes à condamner, c'est celui qui résulte de la tendance à paraître posséder, par un certain faste extérieur, un revenu supérieur à celui dont on dispose réellement; mieux encore, c'est la tendance à dépasser ce revenu. Or ce luxe est une cause de ruine; il amène une foule de sinistres et de méfaits commerciaux; il entraîne, dans les campagnes, l'expropriation forcée des propriétaires moyens qui, sous l'influence d'un sentiment de rivalité inexcusable, ont longtemps recouru au crédit pour soutenir, contre des voisins plus riches, une lutte inégale. C'est ce dernier luxe qui est l'ennemi de la famille, l'ennemi du mariage et d'une descendance nombreuse.

Les exigences du luxe, légitimes ou non, ont encore une influence préventive indirecte sur le mouvement de la population; nous voulons parler de l'extension de la domesticité, profession à peu près vouée au célibat. Moheau se plaignait déjà amèrement, en 1778, de ce qu'il appelait cette *valetaille* doublement ruineuse, en ce sens qu'elle coûtait fort cher aux maîtres et que, ne se mariant pas, elle enrayait le mouvement de la population.

Est-il vrai que la législation qui a supprimé en France, dans l'intérêt des enfants, la liberté de tester, ait, par ce fait, favorisé la limitation des familles, au moins dans les classes supérieures de la société, le chef de la maison, pour prévenir le morcellement de la terre patrimoniale, et mettre les fils en état de soutenir dignement l'honneur du nom, réduisant le plus possible le nombre de ses enfants? Nous ne pouvons nier que l'affirmative a été soutenue par des économistes très autorisés et avec des arguments d'une incontestable valeur. Cependant on peut répondre, d'une part, que le nombre des grandes familles, des familles aristocratiques, seules intéressées à éluder, par l'infécondité, le régime de l'égalité des partages, a considérablement diminué en France, et qu'avant peu, précisément par le fait de leur infécondité, elles auront bientôt entièrement disparu. D'un autre côté, il existe des pays placés, les uns parce qu'ils ont appartenu à la France, les autres parce qu'ils ont adopté ses institutions civiles, sous le même régime successoral et dont cependant les familles sont beaucoup plus nombreuses. Citons notamment la Belgique, la Hollande, la Suisse française, les provinces allemandes de la rive gauche du Rhin, la Grèce et la Roumanie.

3° *Causes politiques.* — Nous avons mentionné les émigrations des campagnes au profit des villes. L'*exodus* ne porte pas exclusivement sur l'ouvrier agricole, mais encore sur la bourgeoisie rurale. Nul n'ignore que, depuis l'application du suffrage universel, l'influence de la capacité et de la fortune a fait place à celle du nombre, et que les propriétaires aisés ont été remplacés, par degré, au sein des assemblées locales, et dans l'exercice de l'autorité municipale, par les petits possesseurs du sol. Le triomphe de la démocratie rurale n'a pas été entièrement paisible et inoffensif. Quoique n'ayant

plus, depuis 89, de raison d'être, la vieille haine du *paysan* contre le *maître* s'est réveillée sous l'influence des prédications socialistes, et une foule d'actes d'hostilité, secrets ou ostensibles, ont fait comprendre à la bourgeoisie, politiquement vaincue, que la continuation de son séjour à la campagne ne serait pas sans inconvénient pour elle en temps ordinaire, et sans péril en cas de triomphe des partis extrêmes. Beaucoup de familles se sont donc décidées à émigrer pour les grandes villes, où les exigences de la vie matérielle les ont presque forcément placées sous le régime que Malthus, Stuart Mill et le docteur Drysdale ont appelé la *contrainte morale* (*moral restreint, preventive check*).

Avons-nous besoin de dire que cette émigration, si imprudemment provoquée, a eu pour résultat de priver les campagnes des salaires que les riches propriétaires répandaient autour d'eux pour l'amélioration ou l'embellissement de leurs domaines, puis des secours qu'en recevaient les indigents, enfin des sages conseils qu'au milieu des inévitables épreuves de la vie les petits cultivateurs étaient heureux d'en recevoir.

A. Legoyt.

(*La suite prochainement.*)

CHIMIE

COLLÈGE DE FRANCE

COURS DE M. BERTHELOT

De l'Institut.

De la combinaison chimique (1).

XVIII.

Dans les exemples que nous avons passés en revue, et qui comprennent des combinaisons chimiques provoquées par le travail chimique d'une combinaison simultanée, la réaction fondamentale et la réaction simultanée étaient enchaînées l'une à l'autre par une série de transformations nécessaires : c'est là le cas général.

Il y a cependant un certain nombre de cas, plus rares à la vérité qu'on ne le croyait autrefois, où il y a un véritable entraînement chimique, et où les deux réactions, la réaction fondamentale et la réaction simultanée, ne paraissent pas liées l'une à l'autre.

L'azote, par exemple, ne se combine pas directement à l'oxygène : la combinaison directe n'a lieu qu'avec le concours de l'étincelle électrique ou de l'effluve. Cependant nous pouvons, dans certains cas, déterminer cette combinaison en engageant en même temps l'oxygène dans une autre combinaison. C'est ce qui a lieu dans la combustion, par l'oxygène, de l'hydrogène mêlé d'azote : il se forme dans ce cas des quantités appréciables d'acide azotique. Ce fait avait déjà été remarqué par Lavoisier dans sa synthèse de l'eau. Il se produit en général dans toutes les combustions de l'hydrogène dans l'oxygène, car il est difficile d'éviter la présence de petites quantités d'azote. Cette formation d'acide azotique peut être manifestée nettement, comme je le fais ici, en brûlant, dans une chambre à combustion, dans l'oxygène, de l'hydrogène mélangé à de l'azote. La présence de l'acide azotique dans l'eau formée est facile à constater, tant par la réaction acide de l'eau formée qu'au moyen d'un mélange d'acide sulfurique et de sulfate ferreux.

Remarquons du reste que la formation de l'acide azotique étendu correspond à un dégagement de chaleur, au moyen des trois éléments azote, oxygène, hydrogène, bien que la combinaison de l'acide azotique et de l'oxygène avec production d'acide azotique anhydre absorbe de la chaleur.

Ces phénomènes d'entraînement se produisent fréquemment en chimie organique. Nous citerons en particulier la décomposition des acétates.

Si l'on chauffe de l'acétate de soude avec de la chaux sodée, il y a décomposition avec formation de gaz des marais, d'après l'équation connue :



$$C^4 H^3 Na O^4 + Na H O^2 = C^2 H^4 + C^2 O^4 . 2 Na O.$$

Or, il est facile d'obtenir dans cette décomposition des doses notables d'éthylène $C^4 H^4$, de propylène surtout $C^6 H^6$, et même de butylène $C^8 H^8$, d'amylène $C^{10} H^{10}$, etc., mélangés à de l'hydrogène : ces derniers carbures pouvant être regardés comme provenant de la décomposition du formène avec condensation, suivant l'équation



$$n\, C^2 H^4 = (C^2 H^2)^n + n\, H^2.$$

C'est ce qui a lieu lorsqu'on brusque la réaction. La décomposition de l'acétate de soude, en effet, commence vers 300°, et tant que la température ne s'élève pas, on a du formène sensiblement pur, surtout au commencement de l'expérience. On obtiendra ce résultat en chauffant l'acétate de soude au bain de sable, avec précaution. Si l'on chauffe, au contraire, à feu nu et rapidement, le résultat sera différent : le sel chauffé de suite à une température élevée, avant d'avoir eu le temps de se décomposer, est dans un état analogue à celui des liquides surchauffés et il acquiert un excès d'énergie. De là résulte la formation de carbures qui ne pourraient être produits directement qu'avec absorption de chaleur. En effet, la formation du formène



$$C^2 + H^4 = C^2 H^4 \text{ dégage } + 22^c,$$

la formation de l'éthylène



$$C^4 + H^4 \text{ absorbe } - 8^c,$$

celle du propylène



$$C^6 + H^6 \quad — \quad - 3^c \text{ environ};$$

la chaleur de formation des carbures suivants de cette série devient positive ; mais elle est encore peu considérable.

Le gaz qui résulte de la décomposition de l'acétate de soude peut ainsi contenir, à certains moments, jusqu'à 10 pour 100 de propylène et carbures de cette série. C'est ce qu'on peut

---

(1) Voir la *Revue scientifique* des 10 janvier, 31 janvier, 20 mars, 17 avril et 23 mai 1880.

reconnaître en traitant ce gaz (préalablement débarrassé d'acétone par des lavages à l'eau), par l'acide sulfurique concentré, qui absorbe de suite ces carbures, sauf l'éthylène ; ce dernier pourrait être absorbé aussi par l'acide sulfurique, après une agitation prolongée, et plus facilement par le brome.

Nous voyons que nous pouvons obtenir des produits différents, suivant les conditions de la décomposition de l'acétate de soude. La formation des produits condensés, en chimie organique, est due souvent à des perturbations analogues.

Vitesse des réactions. — Nous allons aborder maintenant un autre ordre de questions et examiner quelques-unes des circonstances de l'accomplissement des réactions, et nous étudierons en premier lieu leur vitesse respective. C'est là une considération dont on ne tenait aucun compte il y a quelques années, et sur laquelle j'ai appelé l'attention depuis 1854 par mes travaux sur la synthèse des corps gras et sur la formation des éthers. Elle est cependant fort importante.

Nous prendrons comme premier exemple les combinaisons gazeuses formées sans condensation, telles que les combinaisons avec l'hydrogène, le brome et le cyanogène produites à volumes égaux et sans changement de volume, et par conséquent comparables.

On sait que, si l'on enflamme un mélange de chlore et d'hydrogène, la combinaison est instantanée, totale et immédiate. Il en est de même sous l'influence des rayons solaires ou à 100°.

Voici l'expérience.

Les choses ne se passent pas de même avec le brome et l'hydrogène. Cette combinaison, à la température ordinaire, ne s'effectue que lentement sous l'influence des rayons solaires. Si l'on chauffe le mélange contenu dans un tube scellé vers 500°, sur une grille à gaz, la combinaison devient totale et s'effectue assez rapidement. Cependant elle n'est pas instantanée et exige quelques minutes. Je réalise l'expérience sous vos yeux, dans un tube scellé.

Il faut donc, pour produire cette combinaison, non seulement un échauffement suffisant, comme dans le cas du chlore et de l'hydrogène, mais encore un certain temps.

Cette dernière condition est encore beaucoup plus marquée pour la combinaison de l'hydrogène et du cyanogène.

Pendant longtemps on a admis que l'hydrogène et le cyanogène ne se combinaient pas entre eux. Gay-Lussac a obtenu des résultats négatifs en faisant passer les deux gaz dans un tube chauffé au rouge. En réalité, même dans ces conditions, il se produit un commencement de combinaison, et il se forme 1 ou 2 pour 100 d'acide cyanhydrique, comme on peut le constater en traitant par la potasse, après sa sortie du tube chauffé au rouge, un mélange des deux gaz, fait dans des proportions déterminées, à volumes égaux par exemple. La potasse absorbe le cyanogène non altéré ainsi que la petite quantité d'acide cyanhydrique formé, et l'on trouve que le résidu, qui est de l'hydrogène, est un peu moindre que 50 pour 100 du volume total.

Mais l'action se poursuit bien plus loin, si l'on opère dans un tube fermé, comme pour l'acide bromhydrique. Le tube étant ouvert sur le mercure, on constate une légère diminution due à la transformation d'une petite quantité de cyanogène en paracyanogène ; si l'on introduit alors de l'eau et de la potasse, l'absorption est considérable, et l'on peut même constater une combinaison totale, si l'on a chauffé suffisamment longtemps.

Mais cette combinaison est très lente et exige plusieurs heures pour se faire complètement ; nous avons vu que la combinaison du brome et de l'hydrogène se produit au bout de quelques minutes, et que celle du chlore et de l'hydrogène est instantanée. Nous avons donc là trois réactions tout à fait de même ordre, qui exigent, pour se produire, des temps fort différents, et c'est là un premier exemple qui nous montre nettement l'influence du temps dans les combinaisons chimiques : il est d'autant plus net qu'il s'agit de trois combinaisons analogues, opérées sur des gaz et avec formation de produits gazeux sans condensation.

Nous verrons cette influence du temps apparaître dans un grand nombre de réactions, surtout dans celles qui ne sont pas totales, comme les précédentes, mais dans lesquelles la proportion des corps résultants tend vers une limite déterminée.

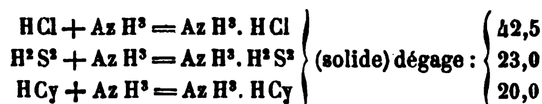
XIX.

Nous avons étudié, au point de vue de leurs vitesses respectives, les combinaisons de l'hydrogène avec le chlore, avec le brome et avec le cyanogène, et nous avons vu que ces vitesses sont différentes : elles varient à peu près dans le même sens que les chaleurs dégagées par ces combinaisons.

Dans les exemples précédents, deux gaz se combinent à volumes égaux et donnent naissance à un gaz formé sans condensation : c'est le cas le plus simple en théorie qu'on puisse imaginer.

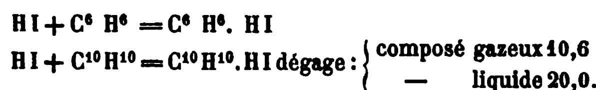
Dans les exemples qui suivent, nous allons étudier encore les combinaisons de deux gaz à volumes égaux, mais donnant naissance à un produit solide ou liquide, circonstance dans laquelle le phénomène chimique se complique du changement d'éther. Voilà ce qui a lieu dans la formation des sels ammoniacaux, ou bien dans celle des éthers.

Parmi les premiers, nous étudierons le chlorhydrate, le bromhydrate et le cyanhydrate d'ammoniaque, dont les chaleurs de formation sont les suivantes :



$$\left.\begin{array}{r} HCl + AzH^3 = AzH^3.HCl \\ H^2S^2 + AzH^3 = AzH^3.H^2S^2 \\ HCy + AzH^3 = AzH^3.HCy \end{array}\right\} \text{(solide) dégage :} \left\{\begin{array}{l} 42,5 \\ 23,0 \\ 20,0 \end{array}\right.$$

Parmi les seconds, nous étudierons la formation de l'iodhydrate de propylène et de l'iodhydrate d'amylène, avec les carbures gazeux.



$$\begin{array}{l} HI + C^6H^6 = C^6H^6.HI \\ HI + C^{10}H^{10} = C^{10}H^{10}.HI \text{ dégage :} \left\{\begin{array}{l} \text{composé gazeux } 10,6 \\ \quad — \quad \text{liquide } 20,0. \end{array}\right. \end{array}$$

La chaleur de formation du chlorhydrate de propylène n'a pas été mesurée ; mais elle est très probablement voisine de celle de l'iodhydrate d'amylène.

De toutes les combinaisons précédentes, c'est celle de l'acide chlorhydrique et de l'ammoniaque qui dégage le plus de chaleur. C'est aussi celle qui se produit avec la vitesse la plus grande; l'acide chlorhydrique et l'ammoniaque se combinant en effet, immédiatement à mesure qu'on les mélange.

La combinaison de l'acide sulfhydrique et de l'ammoniaque est aussi presque immédiate; elle est un peu plus lente cependant que la précédente.

Il en est de même pour la formation du cyanhydrate d'ammoniaque.

Cette lenteur s'accuse davantage dans les combinaisons des hydracides avec les carbures d'hydrogène, bien que cette combinaison dégage une quantité de chaleur voisine de celle de l'ammoniaque avec les acides sulfhydrique et cyanhydrique.

Si nous renversons l'un sur l'autre deux flacons contenant, l'un de l'acide iodhydrique, l'autre du propylène, nous observerons une combinaison non instantanée, mais assez rapide, et qui se termine, au bout d'un quart d'heure à une demi-heure environ à la température ordinaire, en donnant naissance à de l'iodhydrate de propylène, lequel ruisselle sur les parois.

La lenteur relative de cette combinaison n'est pas due à l'hétérogénéité du mélange gazeux primitif, car la réaction n'est pas non plus immédiate dans le cas d'un mélange homogène, et l'on voit alors que cette réaction exige bien réellement un certain temps pour se produire. On a souvent confondu le temps nécessaire pour produire une certaine réaction dans un système homogène et qui demeure tel, avec le temps nécessaire aux diverses portions d'un mélange hétérogène pour se mélanger entre elles. Mais dans les systèmes même homogènes, il faut un certain temps pour que les combinaisons s'effectuent. C'est ce qui résulte d'une façon nette des résultats que j'ai obtenus dans l'étude de l'éthérification. L'action des acides sur les alcools, en effet, bien que plus compliquée que les combinaisons précédentes, se prête mieux aux études; les résultats peuvent en être déterminés avec exactitude, et les conditions peuvent être variées à l'infini. Aussi les phénomènes de l'éthérification sont ils ceux qui conviennent le mieux pour étudier au point de vue de leur vitesse les combinaisons chimiques.

Voici quelques résultats obtenus sur un mélange d'alcool et d'acide acétique à équivalents égaux, abandonné à une température de 9° :

Durée	Proportion d'acide éthérifiée (sur 100 p. d'acide)
1 jour	0,9
2 jours	1,8
5 jours	3,9
10 jours	7,3
20 jours	11,8
32 jours	16,2
49 jours	21,0
71 jours	26,0
95 jours	30,0

L'action, comme on le voit, s'effectue progressivement et avec un ralentissement continu. Ce ralentissement peut s'expliquer par deux circonstances. La première, c'est que la matière active devient de plus en plus raréfiée dans le système; (nous étudierons directement l'influence de cette raréfaction). En second lieu, nous avons ici une réaction limitée par une réaction contraire, qui est la décomposition de l'éther formé par l'eau mise en liberté. Entre cette dernière réaction et la réaction directe de l'acide sur l'alcool, un équilibre se produit, et l'on conçoit que la réaction directe doive être ralentie par la réaction inverse.

Aussi au bout d'un an, le mélange précédent d'alcool et d'acide acétique n'a-t-il pas atteint la limite finale qui est 66,0. Ce n'est qu'au bout de dix à quinze ans que cela a lieu. Théoriquement même, cette limite ne devrait être jamais atteinte; mais les différences deviennent plus petites que la limite d'exactitude des expériences.

La première explication qui se présente à l'esprit pour expliquer la lenteur des phénomènes d'éthérification consiste à supposer que le liquide perde son homogénéité, par suite de cette éthérification. Mais cette explication est invraisemblable *a priori*, car l'action de l'éthérification doit se produire également en chaque point du liquide. Elle est en outre démentie par l'expérience directe.

Si l'on soumet, en effet, à l'action d'une même température et pendant le même temps deux portions d'un même mélange d'acide et d'alcool; l'une contenue dans un ballon surmonté d'un réfrigérant ascendant et constamment agitée par une ébullition continue; l'autre contenue dans un tube scellé, maintenu immobile dans le même ballon, on trouve au bout d'un même temps la même proportion d'acide éthérifiée dans les portions du liquide contenues dans le ballon et dans le tube. L'analyse a donné en effet 38,3 pour 100 d'acide éthérifié dans le premier liquide et 38,0 dans le second; les différences entre ces deux nombres sont dans la limite des erreurs d'expériences.

Du reste, l'homogénéité est aussi parfaite que possible lorsqu'on opère sur l'acide acétique gazeux et la vapeur d'alcool renfermés dans un espace assez grand pour qu'il n'y ait pas de liquide. Or une expérience a donné dans ces conditions, au bout de 450 heures, 48 pour 100 seulement d'acide éthérifié. Nous voyons donc que la durée est une circonstance caractéristique des phénomènes de l'éthérification.

Étudions les circonstances qui peuvent influer sur la vitesse des réactions et en particulier sur la vitesse d'éthérification.

Nous pouvons opérer soit à des températures inégales, soit à des pressions différentes.

L'influence de la température est très considérable. La vitesse d'éthérification, par exemple, est augmentée dans de très grandes proportions. Nous avons vu avec quelle lenteur s'éthérifiait un mélange à équivalents égaux d'alcool et d'acide acétique maintenu à la température de 9°.

Si l'on maintient le même mélange à une température de 85°, la proportion éthérifiée est :

Après 1 heure un quart	5,9
Après 3 heures un quart	12,8

Il faudrait à peu près sept jours à 9° pour atteindre le résultat obtenu au bout de 1 heure et quart à 85°; et plus de 20 jours pour atteindre à 9° le résultat obtenu à 85° au bout de 3 heures un quart.

A 100°, la proportion éthérifiée au bout de 4 heures est 25,8 et supérieure au double de celle qui est obtenue au bout du même temps à 85°. Au bout de 150 heures, la proportion éthérifiée est égale à 65,0 et voisine de la limite.

A 170°, la proportion éthérifiée au bout de 3 heures est 64,0, valeur voisine de la limite. Cette dernière est atteinte à cette température au bout de 22 heures.

Comme on le voit, la vitesse d'éthérification augmente très rapidement avec la température. Pour donner une idée de cette accélération, nous rappellerons les formules qui peuvent représenter la marche de l'éthérification et qui permettent, dans le cas d'un mélange à équivalents égaux d'un acide et d'un alcool, de calculer la proportion y d'acide éthérifiée en fonction du temps écoulé x.

L'équation différentielle s'obtient en écrivant que la quantité d'acide y éthérifiée en un intervalle de temps infiniment petit dx est proportionnelle aux masses actives qui restent en présence au commencement de cet intervalle. Si nous représentons par l la limite de l'éthérification, la quantité d'acide qui reste active au commencement de l'intervalle considéré est $1-\frac{y}{l}$; il en est de même pour l'alcool et nous aurons :

$$dy = k\left(1-\frac{y}{l}\right)^2 dx,$$

la constante k pouvant être décomposée en trois autres, l'une m relative à la température, les deux autres, μ et ν, relatives à l'acide et à l'alcool, d'où :

$$dy' = m\mu\nu\left(1-\frac{y}{l}\right)^2 dx;$$

si nous intégrons, nous aurons :

$$1 = \left(\frac{m\mu\nu}{l}x+1\right)\left(1-\frac{y}{l}\right)$$

équation d'une hyperbole équilatère, rapportée à des axes parallèles à ses asymptotes.

Cette équation est vérifiée sensiblement par l'expérience : ce qui justifie l'hypothèse fondamentale représentée par l'équation différentielle.

Le facteur m doit varier avec la température, et ses variations nous permettent de mesurer l'influence des variations de la température. Or nous avons pour les valeurs de k, avec l'acide acétique et l'alcool,

A 8°	0,004
A 85°	0,074
A 100°	0,070
A 170°	8,500

les variations de m peuvent avec une certaine approximation être représentées par une équation exponentielle de la forme

$$m = a + n\,A^t,$$

Comme on le voit, la constante k, et par suite, la vitesse d'éthérification augmentent très rapidement avec la température.

L'influence de la température est donc fort considérable. L'expérience montre, au contraire, que l'influence de la pression est sensiblement nulle dans le cas des systèmes liquides, tandis qu'elle s'exerce d'une façon caractéristique dans le cas des systèmes gazeux.

Voici les résultats comparatifs, obtenus à une température de 86°, sur deux échantillons d'un même mélange dont l'un était chauffé en se dilatant librement, et dont l'autre, contenu dans un vase clos et rempli par le liquide, était soumis à une pression croissante, produite par la dilatation même du liquide.

	1 atmosphère	50 atmosphères
Après 1 heure un quart	5,9	5,6
Après 3 heures un quart	12,8	12,6

La pression n'a donc exercé aucune influence sensible sur le second liquide.

Il en est tout autrement pour un système gazeux, dans lequel la pression a pour effet de rapprocher les molécules et de changer l'état de condensation de la matière.

Voici d'abord les résultats comparatifs obtenus sur deux systèmes, l'un gazeux, l'autre liquide, à 200° au bout de 10 heures :

1° 1 gr. = 2^{cc} (système liquide presque en totalité)	65,2
2° 1 gr. = 1351^{cc} (système gazeux)	10,0

L'éthérification est, comme on le voit, très notablement retardée dans le second système.

Considérons en second lieu deux systèmes gazeux tous les deux, mais sous des pressions différentes, et chauffés dans les mêmes conditions que les précédents.

Condensation	Proportion éthérifiée	Durée
1 gr. = 555 centimètres cubes	47,8	208
1 gr. = 1562 —	49,8	458

Comme on le voit, la vitesse est beaucoup moins considérable pour le système le plus dilaté.

L'influence de la pression se manifeste donc seulement sur les systèmes gazeux, et cela parce qu'elle fait varier l'état de combustion de la matière.

XX.

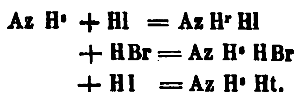
Nous avons étudié la vitesse de combinaison des hydracides soit avec l'ammoniaque, soit avec les carbures d'hydrogène, et nous avons vu l'influence du temps se manifester dans ces combinaisons. Tandis que la combinaison des acides chlorhydrique, bromhydrique et iodhydrique avec l'ammoniaque est immédiate, la combinaison de l'acide iodhydrique et du propylène, quoique assez rapide, exige cependant un certain temps. Il faut remarquer, du reste, que la vitesse de

combinaison des hydracides avec les carbures d'une même série n'est pas la même, et qu'elle augmente très rapidement à mesure que le carbure est plus condensé; l'acide iodhydrique se combine très rapidement avec l'amylène, homologue supérieur du propylène, et la vitesse de cette réaction permet de la produire dans le calorimètre; la combinaison avec l'éthylène est, au contraire, beaucoup plus lente qu'avec le propylène.

La combinaison des hydracides avec les carbures d'hydrogène dégage des quantités de chaleur que j'ai trouvées dans le cas de l'amylène gazeux et du gaz iodhydrique égale à + 20 calories, nombre voisin de la chaleur de combinaison des hydracides faibles tels que les acides sulfhydrique et cyanhydrique avec l'ammoniaque. Nous voyons cependant que ces diverses combinaisons se font avec des vitesses fort différentes. La quantité de chaleur dégagée par les réactions n'est donc pas la seule influence qui s'exerce sur la vitesse des combinaisons, et l'on doit encore avoir égard à la nature de ces combinaisons. Cependant les vitesses relatives des réactions varient souvent dans le même sens que les quantités de chaleur correspondantes : bien entendu dans le cas de réactions analogues.

Pour continuer cette étude sur la vitesse des réactions, considérons l'hydrogène phosphoré gazeux et ses combinaisons avec les hydracides.

L'ammoniaque forme, en s'unissant à volumes égaux avec les acides chlorhydrique, bromhydrique et iodhydrique, les chlorhydrate, bromhydrate et iodhydrate d'ammoniaque :



$$\begin{aligned} Az\,H^3 &+ HCl = Az\,H^3\,HCl \\ &+ HBr = Az\,H^3\,HBr \\ &+ HI = Az\,H^3\,HI. \end{aligned}$$

La première combinaison dégage 42ᶜ,5 et les autres de quantités voisines.

On connaît aussi depuis longtemps des combinaisons analogues de l'hydrogène phosphoré avec les acides bromhydrique et phosphorique, et la chaleur de formation du bromhydrate d'hydrogène phosphoré est de 23ᶜ environ, d'après les déterminations de M. Ogier. Cette chaleur est, comme on le voit, voisine de la moitié de la précédente et rappelle la chaleur de formation du sulfhydrate d'ammoniaque. Ces résultats sont conformes à la stabilité relative de ces divers composés.

La combinaison de l'acide bromhydrique et de l'hydrogène phosphoré a lieu presque instantanément, et les deux gaz mélangés se condensent en bromhydrate solide et cristallisé.

Cette combinaison, ainsi que celle de l'hydrogène phosphoré avec l'acide iodhydrique, montre l'analogie de l'ammoniaque et de l'hydrogène phosphoré. Pendant longtemps, cette analogie n'a pu être poussée plus loin, et le chlorhydrate d'hydrogène phosphoré n'avait pu être obtenu. Si l'on met en présence, en effet, l'acide chlorhydrique et l'hydrogène phosphoré, aucune combinaison ne paraît se produire. Il est probable cependant que cette combinaison doit correspondre à un dégagement de chaleur. M. Ogier a réussi à faire cesser cette exception, et il a déterminé la combinaison des deux gaz dans des conditions intéressantes.

Le chlorhydrate d'hydrogène phosphoré peut être, en effet, facilement obtenu lorsqu'on comprime, dans l'appareil de M. Cailletet, un mélange à volumes égaux d'hydrogène phosphoré et d'acide chlorhydrique : l'on obtient ainsi des cristaux semblables aux cristaux rhomboédriques qui constituent le bromhydrate et l'iodhydrate d'hydrogène phosphoré.

Nous voyons donc la pression jouer un rôle efficace dans la combinaison de ces deux gaz, contrairement à ce qui a lieu dans le cas des systèmes liquides ; elle agit sur le mélange gazeux, en en changeant l'état de condensation. Il est probable que, sous la pression ordinaire, une petite fraction du mélange gazeux est réellement combinée, et qu'il existe dans le mélange des traces de chlorhydrate d'hydrogène phosphoré gazeux, mais dissocié.

Considérons encore quelques exemples relatifs à l'influence du temps sur les combinaisons chimiques.

Prenons encore un gaz, le propylène, comme précédemment, et faisons agir sur lui, non plus un gaz comme l'acide iodhydrique, mais un liquide, l'acide sulfurique concentré. Nous n'avons plus ici au début un liquide homogène, et l'hétérogénéité du système devra naturellement influer sur la vitesse de la réaction. Quoi qu'il en soit, nous voyons que le propylène est absorbé, non pas d'une façon instantanée, mais très rapidement et d'une façon totale par l'acide sulfurique. Il se forme ainsi un acide propylsulfurique, et si nous distillons le liquide avec de l'eau, nous pourrons en retirer de l'hydrate de propylène ou alcool isopropylique.

Avec l'éthylène, les choses se passent différemment, au point de vue de la vitesse de la réaction ; si nous mettons en présence de l'acide sulfurique et de l'éthylène, nous n'observons pas d'abord d'absorption appréciable. Cependant la combinaison se produira, sous l'influence d'une agitation prolongée, au bout d'un certain temps, par exemple au bout de trois quarts d'heure d'agitation violente en présence du mercure et nous pouvons observer que le mercure finira par remplir totalement le flacon qui contenait l'éthylène, ce dernier gaz étant absorbé d'une manière complète par l'acide sulfurique.

L'agitation joue ici, surtout en présence du mercure contenu dans le flacon et dont les chocs produisent un effet mécanique fort efficace, un rôle important dans la combinaison de l'éthylène et de l'acide sulfurique, et l'on peut ainsi déterminer, en un temps relativement assez court, une absorption qui ne se produirait qu'avec la plus extrême lenteur.

Cette combinaison cependant dégage de la chaleur. Comparons-la avec la formation du sulfate d'ammoniaque, de même que nous avons comparé précédemment les chaleurs de combinaison des hydracides avec l'ammoniaque et avec les carbures d'hydrogène.

La formation du sulfate d'ammoniaque, en partant de l'acide sulfurique cristallisé,



$$\underset{\text{(solide)}}{2SO^4H} + \underset{\text{(gazeux)}}{Az\,H^3} = \underset{\text{(solide)}}{SO^4\,Az\,H^3}$$

dégage + 35,8 ; si nous y ajoutons la chaleur de fusion

de l'acide sulfurique, soit 0°,8, nous aurons la chaleur correspondant à l'absorption de l'ammoniaque par l'acide sulfurique liquide, soit 36 calories environ. Que si nous tenions compte de la chaleur de volatilisation de l'acide sulfurique, nous aurions, pour la chaleur de formation du sulfate d'ammoniaque à partir de l'acide sulfurique gazeux, 6 à 8 calories de plus environ, un nombre comparable à la chaleur de formation du chlorhydrate d'ammoniaque; aussi l'absorption de l'ammoniaque par l'acide sulfurique est-elle instantanée.

La combinaison de l'acide sulfurique liquide $2SO^4H$, et de l'éthylène C^4H^4 avec formation d'acide éthysulfurique étendu, dégage +31,600 calories. L'acide éthylsulfurique n'ayant pas encore été obtenu dans un parfait état de pureté, sa chaleur de dissolution est inconnue. Pour comparer cette réaction et la précédente, nous devons ajouter à la chaleur qui correspond à cette dernière la chaleur de dissolution du bisulfate d'ammoniaque; mais cela modifie peu la différence ci-dessus.

Citons encore la combinaison de l'oxyde de carbone avec la potasse. Cette combinaison s'opère très lentement et exige plusieurs mois à la température ordinaire : chose remarquable, elle n'est pas accélérée par une agitation violente, en présence du mercure, et accompagnée de ces chocs qui accélèrent si bien l'absorption de l'éthylène par l'acide sulfurique. Elle ne paraît pas non plus accélérée notablement par la pression; du moins, une pression de 400 atmosphères, maintenue pendant quelques minutes sur l'oxyde de carbone en présence de la potasse soit aqueuse, soit alcoolique, ne détermine pas une absorption sensible de ce gaz. La température, au contraire, l'accélère; à 100°,70 heures suffisent pour la combinaison. De 200° à 250°, un courant d'oxyde de carbone dirigé sur la chaux sodée est absorbé presque immédiatement d'après des expériences récentes.

Sans multiplier ces exemples, voyons si nous pouvons établir quelque loi sur la vitesse des réactions. Cette loi ne peut être évidemment établie que dans le cas des systèmes homogènes; l'influence de l'hétérogénéité des systèmes en réaction ne pourrait être en effet représentée que fort difficilement dans le calcul. La loi sera applicable soit aux combinaisons, dans le cas des mélanges gazeux, ou liquides, mais homogènes; soit aux décompositions des gaz, dans le cas où les produits de la décomposition seront gazeux, et des liquides, pourvu que les produits de la décomposition soient liquides et forment un mélange homogène.

Les réactions peuvent absorber de la chaleur ou en dégager; mais les choses se passeront dans le dernier cas de même que dans le premier, toutes les fois, pourvu que les réactions exothermiques soient produites d'une manière lente et telle que la température ne s'élève pas, le milieu ambiant absorbant à mesure la chaleur dégagée par ces réactions.

Nous admettrons les deux lois suivantes, qui ont été vérifiées sur divers composés :

1° La quantité de matière transformée depuis un temps donné est proportionnelle à la masse sur laquelle on opère;

2° Quand on opère sur une masse assez grande, et pendant des temps très courts, la quantité de matière transformée est proportionnelle au temps.

Ces deux relations nous fournissent une équation différentielle entre la quantité de matière transformée dx pendant un intervalle de temps dt. Soit, dans le cas d'une décomposition, A la quantité de matière initiale, la quantité de matière non renfermée au bout du temps t sera $A - x$, et nous aurons :

$$dx = (A - x)\, m\, dt$$

m étant une constante qui dépend de la température où l'on opère.

Si nous intégrons nous aurons :

$$log\left(1 - \frac{x}{A}\right) = mt$$

équation qui représentera la marche de la réaction, soit combinaison, soit décomposition.

Les expériences vérifient suffisamment cette expression. On voit qu'il en résulte qu'une transformation chimique, produite à température constante, se ralentit sans cesse et devrait durer un temps infini. En pratique, les réactions finissent par se rapprocher de la limite théorique de quantités qui sont du même ordre que les erreurs d'expérience et l'on dit qu'à ce moment cette limite est atteinte.

La formule montre encore que la vitesse de la combinaison diminue en raison de la raréfaction de la matière. Elle croît, au contraire, avec la condensation, circonstance qui joue un rôle capital, pour expliquer le rôle de la pression par le gaz.

Ce qui précède s'applique aux réactions endothermiques ou exothermiques, à la condition, pour ces dernières, que la température ne s'élève pas. Avec celles-ci, dans le cas contraire, la loi ne serait plus applicable; m en effet est une fonction de la température, qui croît très rapidement avec cette dernière; nous avons vu, dans le cas des réactions limitées, que ces variations peuvent être représentées par une fonction exponentielle de la température. Si celle-ci s'élève, m croîtra donc rapidement, et la réaction ira en s'accélérant, et le phénomène deviendra *explosif*.

Dans ces circonstances, il est utile de signaler encore une fois le rôle de la pression. Si l'on opère à température constante, la pression peut accélérer les réactions. Mais dans le cas d'un phénomène explosif, où la température s'accroît d'une façon continue, l'influence de la pression est encore bien plus marquée, la pression augmentant en même temps que la température. Aussi si nous diminuons la pression, la vitesse de la réaction pourra-t-elle diminuer; la réaction pourra même cesser d'être explosive.

Ce résultat a été observé sur la poudre et sur toutes les matières explosives connues; tandis que leur décomposition en vase clos se fait avec violence et peut déterminer la rupture des enveloppes qui les renferment, elle se produit sans explosion dans le vide, lorsque l'espace où les gaz peuvent se répandre est considérable. Ce fait est connu depuis longtemps, et les académiciens de Florence avaient déjà constaté que la poudre enflammée dans le vide fuse sans produire d'explosion.

Des expériences analogues ont été faites sur la nitroglycérine et les matières explosives les plus dangereuses.

Il faut remarquer, d'ailleurs, que les produits de la décomposition des matières explosives peuvent être différents, suivant qu'on opère dans le vide ou sous pression. Aussi ne peut-on pas, comme on l'avait cru, se rendre compte de la force explosive de la poudre et des matières analogues en étudiant les produits de leur décomposition dans le vide ou sous faible pression. MM. Sarrau et Vieille ont fait à cet égard des expériences très remarquables sur la poudre-coton.

Nous nous sommes occupés jusqu'ici, d'une façon presque exclusive, des systèmes homogènes, et qui restent tels pendant toute la durée des réactions.

Dans le cas des systèmes hétérogènes, il faut faire intervenir en même temps que les conditions développées précédemment des conditions d'un ordre différent, et qui ont été cependant souvent confondues avec ces dernières.

La réaction, en effet, pourra être ralentie par suite de la présence des produits de la réaction empêchant le contact immédiat des corps. Ce fait n'avait pas été suffisamment remarqué autrefois et il en était résulté un certain nombre d'idées erronées.

C'est ainsi que Babinet avait cru que la réaction de l'acide sulfurique sur le zinc est arrêtée par une pression suffisante. Il avait enfermé le mélange d'acide et de zinc dans une bombe, et constaté que la rupture de la bombe n'était pas produite, et que par suite, l'attaque du zinc s'arrêtait lorsque la pression avait atteint une certaine valeur. Il avait remarqué que l'attaque recommençait si l'on ouvrait la bombe. En réalité, ce fait ne doit pas être attribué à autre chose qu'à l'action du sulfate de zinc cristallisé, formant sur la surface du zinc un empâtement qui le préserve de l'action de l'acide. A l'ouverture de la bombe, dans l'expérience de Babinet, le mélange était agité par suite du dégagement du gaz, et l'acide étant remis en contact avec le métal, l'attaque pouvait recommencer.

Il suffit pour s'en convaincre d'examiner l'action d'un acide sulfurique un peu concentré sur du zinc placé dans un verre en contact avec l'atmosphère et l'on voit que dans ce cas l'action cesse au bout de quelque temps, même si l'on ajoute de l'acide concentré; mais l'action recommence si l'on ajoute de l'eau capable de dissoudre le sulfate de zinc.

Si l'on enferme de l'acide sulfurique étendu avec du zinc dans des tubes très résistants, le mélange étant fait dans des proportions telles que tout le sulfate de zinc formé reste dissous, les bulles d'hydrogène dégagées deviennent de plus en plus petites et forment une gaine gazeuse qui diminue la vitesse de la réaction. Cependant celle-ci se poursuit d'une façon continue, et la pression augmente indéfiniment jusqu'à la rupture du tube, laquelle se produit infailliblement dans ces conditions, mais parfois au bout de plusieurs mois seulement. Ceci a lieu même sous des pressions qui surpassent plusieurs centaines d'atmosphères.

La pression n'arrête donc pas le dégagement d'hydrogène : elle ne fait que le ralentir par suite de l'absence momentanée de contact.

En général, la pression n'arrête pas les réactions exothermiques, à moins que celles-ci ne soient limitées par des phénomènes de dissociation, auquel cas l'influence de la pression sur les systèmes gazeux acquiert une grande importance. Mais ce n'est pas le cas de l'attaque du zinc par l'acide sulfurique étendu.

Citons encore un fait du même ordre. Si nous traitons par de l'acide chlorhydrique concentré du carbonate de chaux et du carbonate de baryte, nous observerons une vive effervescence avec le premier, tandis qu'il ne se dégagera pas de gaz ou seulement quelques bulles isolées avec le second.

Cela tient à la différence de solubilité des deux produits. Le chlorure de baryum est en effet insoluble dans l'acide chlorhydrique concentré, ainsi qu'on peut s'en assurer en versant dans ce dernier une solution de ce sel : ce qui produit la précipitation du chlorure de baryum. Si nous ajoutons de l'eau, au contraire, au mélange de carbonate de baryte et d'acide chlorhydrique concentré, nous observerons une attaque énergique.

L'action de l'acide chlorhydrique sur le carbonate de chaux est considérablement ralentie par la pression, et on avait même cru qu'elle était limitée lorsqu'on opérait en vase clos. Ce fait doit encore être attribué à une cause du même genre que les précédentes, à la formation d'acide carbonique liquéfié sous forme huileuse qui forme autour du carbonate de chaux une sorte de vernis, et qui met un temps considérable pour se diffuser dans le mélange.

Toutes ces causes sont d'un ordre secondaire et ne sont pas liées d'une façon essentielle à la réaction même dont elles modifient la vitesse.

Berthelot.

(La suite prochainement.)

AGRICULTURE

Sur l'avenir de la vigne en Algérie et sur les moyens d'en assurer la prospérité (1).

Vous avez renvoyé à votre section des cultures spéciales un mémoire imprimé de M. Em. Ott intitulé : De la vigne en Algérie, en général, et dans le département de Constantine en particulier.

M'étant à plusieurs reprises occupé des vins de l'Algérie depuis le début de la production jusqu'à la dernière exposition universelle, je vais profiter de la communication qui vous est faite pour vous entretenir d'un sujet qui intéresse la France à bien des titres.

Voici d'abord le résumé du travail (2) que nous avons

(1) Communication faite à la Société d'agriculture de Paris, à propos d'un mémoire imprimé de M. Ott, renvoyé à la section des cultures spéciales.

(2) Bouchardat et E. Caventou, *Examen et analyse de dix-neuf échantillons de vin de l'Algérie, suivis de considérations, sur la fabri-*

exécuté en 1860 sur les principaux vins de l'Algérie : 1° et 2° M. Bonhomme, de Médéah : vin blanc de 1858, mal gouverné, mais qui provient d'un bon cépage qui peut fournir en Algérie un vin excellent; 3° MM. Julienne et Lepiney, de Thibarin : vin rouge de 1860. Saveur aromatique prononcée; quoique mal conservé, il présente de l'analogie avec les bons vins ordinaires de la France; 4° et 5° Peugnet, de Médéah : vin rouge altéré; le vin, quoique imparfaitement conservé, est sec, parfumé, assez agréable; 6° et 7° Fleur, de Damiette : vin blanc de 1858, agréable, aromatique, se rapproche du madère, le deuxième échantillon de vin blanc, 1859, altéré; 8° et 9° Prunetta, de Médéah : vin rouge de 1860 altéré, vin blanc, id.; 10° Piex, de Médéah : vin blanc de 1860 altéré; 11° Reverchon, de Birkadem : vin rouge 1860, d'une belle couleur, se rapproche du vin de Langlade; 12° du même vin blanc, sec, aromatique, assez agréable; 13°, 14° et 15° M. le colonel Mouton, à Boudzareah : vins rouges et blancs dont la conservation laissait à désirer; 16°, 17° et 18° M. Jouffrain, d'El Achour : vins rouges et blancs mal conservés; 19° couvent de la Trappe, à Staoueli : vin rouge de 1860, fermentation incomplète, mais corsé, bien conservé; il paraît aromatisé avec un parfum étranger au raisin.

Depuis que ce travail a été publié, M. E. Caventou a fait l'analyse de quarante espèces de vin de l'Algérie (1). J'ai examiné moi-même tous ces échantillons. Voici les conclusions générales auxquelles nous étions arrivés : la conservation des vins ordinaires laissait beaucoup à désirer, la plupart des vins de liqueur étaient d'une grande qualité et bien conservés.

Voilà ce que nous disions en 1863. De grands progrès ont été réalisés depuis. Si à cette époque les vins de liqueur exposés par l'Algérie étaient déjà excellents, leur fabrication non seulement s'est étendue, mais a beaucoup gagné en qualité. Les Espagnols qui sont en si grand nombre dans la province d'Oran, et qui y deviendront bien plus nombreux si les ravages du phylloxera s'étendent dans leur pays, ont apporté les procédés de culture et de fabrication qui distinguent les vins justement renommés de beaucoup de vignobles du Portugal et d'Espagne. Notre collègue M. Duchartre m'a assuré que, dans la visite qu'il avait faite à l'établissement des trappistes de Staoueli, les vins de liqueur fabriqués sur le domaine étaient excellents, et les vins ordinaires très bons.

Lorsque l'analyse des vins de notre Exposition universelle de 1878, à laquelle notre confrère M. Teisserenc de Bort a si brillamment attaché son nom, sera publiée, on verra combien d'heureux efforts ont été faits dans la viticulture algérienne depuis 1860 (2).

Reconnaissons cependant que le conditionnement des *vins ordinaires* de l'Algérie et leur conservation laissaient encore à désirer pour beaucoup d'échantillons envoyés à l'exposition de 1878. Toutes les difficultés ne consistent pas dans l'extension à donner aux vignobles; les plus sérieuses, selon nous, se rapportent dans la conduite des vins.

Plus la température moyenne est élevée ou irrégulière, plus les vins destinés à l'usage ordinaire de la vie ont de tendance à s'altérer. Pour éviter ce mal, quatre moyens principaux sont mis en usage : 1° le plâtrage; 2° l'intervention de matières aromatiques; 3° la suralcoolisation; 4° la conduite normale des vins, comprenant de bonnes caves, des soutirages et méchages bien entendus ou le chauffage de vins.

Le plâtrage des vins a pour effet de substituer du bisulfate de potasse au bitartrate de la même base; il a pour but de clarifier les vins et de favoriser leur conservation par la stabilité plus grande du bisulfate de potasse, et par le dépôt du tartrate de chaux qui entraîne les matières fermentescibles. Le plâtrage est mis en usage dans un grand nombre de contrées chaudes où la vigne est cultivée; il est usité de temps immémorial dans les îles de la Grèce. On recourait habituellement au plâtrage dans la presqu'île de Leucade et à Zacinthe, ainsi que nous l'apprennent Athénée et Homère lui-même (1). Dès ces temps reculés, les vins plâtrés étaient moins estimés que ceux qui n'avaient pas subi cette opération (2).

L'intervention de matières aromatiques dans le vin est une coutume aussi ancienne et qui concourt au même but de suppléer au défaut de bons moyens de conservation des vins. On comprend sans peine, en effet, que les principales transformations qui s'opèrent dans le vin s'effectuent sous l'influence de ferments vivants. Si on détruit la vitalité de ces ferments, les altérations secondaires pourront être, en partie, évitées; j'ai démontré, dans un mémoire sur les ferments alcooliques (3), que les essences s'opposaient à la fermentation alcoolique en arrêtant la vie des globules de ferment. Presque dans toutes les contrées de la Grèce, on mêlait au vin de l'origan, des fleurs et divers aromates (4) qui, tous,

cation et la conservation du vin dans ce pays (*Mémoires de la Société centrale d'agriculture de France pour* 1861).

(1) *Mémoires de la Société d'agriculture pour* 1863, p. 348.

(2) A l'Exposition de 1878, les jurés s'étaient divisés en plusieurs sections; je me suis plus spécialement consacré aux vins de Bourgogne et à ceux d'Espagne. M. J. Boussingault a été chargé par le ministre de l'agriculture et du commerce de l'analyse des vins exposés. Son travail offrira le plus grand intérêt.

(1) *Athænei Deipnosophistarum*, libri XV, gr. et lat., ex recens. Is. Casauboni. Lugduni, 1612, 2 vol. in-folio, lib. I, cap. xxv, p. 33.

Eustathii commentaria in Homerum, gr. Romæ, 1542, 4 vol. in-folio. *Odyss.*, lib. vii, t. III, p. 1573, lin. 25.

(2) Voici en quels termes nous nous exprimions, M. J.-A. Barral, Payen et moi, dans un rapport sur un *vin plâtré (Annuaire de thérapeutique*, 1859, p. 307) : « Une enquête que l'on peut regarder comme suffisante ayant établi que les vins plâtrés ne causent pas de dérangement immédiat à la santé, nous pensons qu'on ne peut s'opposer à leur vente, mais qu'on les débite pour ce qu'ils sont, pour des vins plâtrés; en agir autrement serait tromper l'acheteur qui entend, et qui, selon nous, a raison de l'entendre ainsi, acheter un vin naturel et sans mélange, où se trouvent tous les principes qui existent dans le vin préparé avec des raisins, sans aucune addition ou soustraction de principes qui modifient profondément sa nature. »

(3) *Supplément à l'Annuaire de* 1846.

(4) *Aristophanis comœdiæ*, gr. et lat., cum notis Ludov. Kusteri. Amstelod., 1710, in-folio. In Plut. v. 1002, Schol. ibid. id.; in Lysist., v. 196.

Spanheim de præstantia et usu numismatum antiq., Londini, 1706, 2 vol. in-folio. In Plut. Aristoph., v. 545.

Plinii historia naturalis, cum notis Harduini. Parisiis. 1723, 3 vol. in-folio, lib. XXXIV, cap vii, p. 747.

contenaient des essences et agissaient par elles pour entraver les fermentations secondaires; mais cependant le vin de Byblos, en Phénicie, qui surprenait par la quantité de parfums dont l'odeur s'exhalait de la coupe où il était versé, était beaucoup moins estimé que celui de Lesbos (1), qui était à peine parfumé.

Cet usage d'ajouter des aromates dans les vins était beaucoup plus répandu autrefois qu'il ne l'est aujourd'hui. Ce furent les vins du Dauphiné, qui laissent encore tant à désirer dans leur fabrication, qui furent les derniers dans lesquels on additionnât des substances renfermant des essences. On voit qu'à mesure que l'art de gouverner les vins s'est perfectionné on a renoncé à ces moyens que nous pouvons appeler primitifs; aussi sommes-nous loin d'en conseiller l'usage en Algérie; peut-être les avait-on suivis en 1860 au couvent de la Trappe de Staoueli.

La suralcoolisation est une pratique relativement moderne, et qui, certes, mérite d'être préférée à celle que nous venons d'examiner. Nous sommes cependant loin de l'approuver sans réserve, et ce n'est que faute de mieux que nous conseillerions d'y avoir recours, en Algérie comme ailleurs. On en abuse aujourd'hui singulièrement en Espagne et en Italie.

Quand on ne possède pas des moyens suffisants pour bien gouverner les vins, leur suralcoolisation est un mal nécessaire. Ajoutons que par les fermentations on ne peut développer que 15 et 16 pour 100 environ d'alcool dans les boissons fermentées; quand il faut, pour certaines exigences de l'exportation, obtenir des vins plus alcooliques, il faut en ajouter en sus de celui qui s'y développe. Mais nous le répétons, sous le double rapport de la perfection de l'art et de l'équitable assiette de l'impôt, la suralcoolisation est un mal qu'on doit subir quand on ne peut faire autrement. Je crois qu'il devra en être longtemps ainsi en Algérie. Un des défenseurs les plus éclairés des vins du Portugal, M. Da Silva Amada, nous a dit qu'on ajoutait une petite proportion d'alcool au vin de Porto le plus estimé. (*Congrès international d'hygiène*, 1878, p. 522.)

De la conduite normale des vins. — Ce n'est pas tout d'avoir de bons cépages, un bon sol, une température et une exposition convenables, des procédés de culture bien entendus; avec toutes ces conditions, pour obtenir de bons vins, il faut savoir les gouverner. Les premiers instruments sont de *bonnes caves*. Sans elles, en conservant la plupart des vins, ils sont exposés à toutes sortes de hasards et à plusieurs maladies souvent irrémédiables.

Dans les nouveaux vignobles, l'installation des caves laisse presque toujours quelque chose à désirer, et tout nous porte à croire, d'après les analyses que nous avons faites des vins de l'Algérie, que c'est là une des grandes difficultés de bonne production. Cette difficulté se rencontre dans tous les vignobles des pays chauds; elle commence dans les départements les plus méridionaux de la France, elle devient plus grande en Italie, en Espagne, en Portugal, elle ne sera pas moindre en Algérie.

En viticulture, comme en beaucoup d'autres choses, il vaut mieux marcher lentement, mais sagement, que de s'exposer à des mécomptes en voulant aller trop vite.

Après les caves, le choix des vaisseaux vinaires offre ses difficultés et son importance.

Les soutirages, les collages, les méchages opportuns, les coupages heureux demandent une expérience spéciale pour chaque vignoble, expérience qui, souvent, ne s'acquiert que par des mécomptes.

On le voit, la production des vins d'usage ordinaire est entourée de plus d'obstacles qu'on ne le pense généralement. En indiquant les conditions d'insuccès aux producteurs de l'Algérie, nous pensons être utiles à la cause patriotique à laquelle ils se sont dévoués.

Vins de liqueur. — Les vins de liqueur contenant le plus souvent plus de 15 pour 100 d'alcool, ce principe favorise éminemment leur conservation; aussi sont-ils beaucoup plus faciles à gouverner quand ils sont bien préparés.

Les espérances que les vins de liqueur de l'Algérie ont fait concevoir sont des plus brillantes. On le comprend sans peine : pour eux, le climat et le cépage viennent au premier rang. De bonnes caves sont moins indispensables pour des vins suralcoolisés et le gouvernement de ces vins présente beaucoup moins de périls.

L'excellence des vins muscats fournis par l'Algérie est un résultat acquis, et il est pour nous extrêmement probable qu'en étudiant bien les cépages, les procédés de fabrication des contrées qui fabriquent les vins de liqueur les plus renommés ou les plus usités, tels que ceux de Madère, de Chypre, de Malaga, d'Alicante, de Marsala, etc., on a les plus grandes chances d'obtenir, en Algérie, des produits au moins similaires, qui pourront être la base d'une large exportation.

La note de M. Ott contient des détails intéressants sur les progrès réalisés, voici en quels termes il les expose. Dans l'arrondissement de Bone, les plants adoptés sont ceux de la Provence et le plant de Grenache (Espagne). Les vignes produisent de 50 à 60 hectolitres à l'hectare en moyenne. Le vin a de 13 à 14 degrés d'alcool. Il vieillit vite et se vend bien (à Bone) au prix de 25 centimes le litre pour le vin rouge et de 50 centimes pour le vin blanc (ce dernier s'écoule moins facilement). Quelques propriétaires vendent le vin sur pied. Un viticulteur de Duzerville a chez lui, présentement, du vin âgé de huit années (vin rouge) qui gagne chaque jour. La qualité se rapproche de celle des vins du Languedoc; ils sont très riches en alcool. Dans la même localité, un viticulteur récolte de 150 à 250 hectolitres à l'hectare suivant les plants de vigne et suivant que la vigne est sur le coteau ou en plaine. En 1870, l'importation des vins *par le port de Bone* s'est élevée au chiffre de 3 880 055 litres. En 1875, l'importation est descendue à 49 292 litres. Or, les populations de Bone et de Guelma n'ayant pas diminué depuis 1870, *au contraire*, c'est donc à l'accroissement de la production des vins indigènes qu'il faut attribuer cet écart considérable entre 3 880 055 et 49 292

(1) Archestr. ap. Athen., lib. I, p. 29.

litres qui s'est effectué en moins de cinq ans ; c'est donc, au minimum, 3 830 763 litres qui ont été prélevés, par la consommation, sur les produits du pays. L'importation des vins de France et d'Espagne, *par le port de Philippeville*, s'élevait en 1870 à 9 065 587 litres. En 1875, l'importation n'était plus que de 86 827 litres. Or la population de l'arrondissement de Philippeville n'a nullement diminué, bien au contraire, la production des vins indigènes s'est donc accrue de l'écart important existant entre 9 065 587 et 86 827 litres, soit 8 978 760 litres. A Guelma, la culture de la vigne fait de rapides progrès (notamment à Héliopolis, où le sol très accidenté est formé sur les coteaux, par des détritus de calcaires de marnes et de grès). La récolte moyenne est de 3520 litres à l'hectare. A Héliopolis, la production vinicole, due à son climat plus tempéré, est plus considérable qu'à Guelma. L'on récolte en moyenne 5000 litres à l'hectare. A Souk-Arras, la température est moins chaude qu'à Bone et à Guelma. La culture de la vigne produit la moitié moins et coûte beaucoup plus cher. L'arrondissement de Constantine possède peu de vignes : le Hamma, Batna et Lambèse sont les seuls points d'où l'on puisse parler de production de vins. Le vin y est excellent, possédant une grande analogie avec celui de Bourgogne, et le cépage blanc produit un vin qui ressemble fort au vin du Rhin. Le rendement moyen est de 80 hectolitres à l'hectare. Le vignoble le plus connu des environs de Constantine est celui d'Aïn Rummel, autrement dit des Catalans, dont la production est actuellement de 90 hectolitres à l'hectare.

A la fin de l'année 1878, le nombre d'hectares plantés en vignes était de 17 614, se décomposant ainsi :

	Européens.	Indigènes.	Total général.
Alger	5 637	1 461	7 098
Oran	7 175	442	7 617
Constantine	2 588	311	2 899
	15 400	2 214	17 614

Il a été fabriqué 338 220 hectolitres de vin, savoir :

	Européens.	Indigènes.	Total général.
Alger	102 968	2 497	105 465
Oran	164 711	4 440	169 151
Constantine	62 103	1 501	63 604
	329 782	8 438	338 220

Parmi les plants qui sont cultivés en Algérie et qui sont presque tous des importations des meilleures vignes du midi de la France, il en est un sur lequel je désire appeler l'attention, j'en ai analysé les fruits à deux reprises différentes, d'après d'admirables échantillons qui m'avaient été adressés des Pyrénées-Orientales par Mmes Mathieu et Laugier et du département de l'Aude par mon confrère M. le docteur Peyrusse : c'est le *grenache*. Ce plant convenablement dirigé donne les meilleurs vins de Porto et ceux du Roussillon qui sont aujourd'hui si recherchés. Dans ce dernier pays, sur les versants ou contreforts où la vigne est cultivée, il existe une agglomération de mamelons superposés, formant des vallons étroits, exclusivement composés de roches schistoïdes ou granitiques. Les vignes sont plantées en terrasses qui retiennent les terres que les vignerons remontent chaque année dans les parties dénudées. On ne fume pas, ou très peu. L'exposition du midi est la plus favorable pour donner les vins de grande qualité.

La vendange, eu égard à la température moyenne du lieu, est tardive ; on attend une complète maturité. Si l'on perd, par l'évaporation de l'eau des grains, une partie de la récolte, on la gagne en qualité.

On sépare avec le plus grand soin les raisins verts, pourris ou grillés. L'égrappage n'a lieu qu'exceptionnellement, il n'est pratiqué que lorsqu'il existe trop de grappes qui n'ont point encore pris dans les parties ligneuses l'apparence qu'elles acquièrent à la complète maturité.

Une méthode excellente qu'on y observe rigoureusement, c'est d'écraser les grains avec le soin le plus scrupuleux, sans que l'écrasement atteigne les pépins.

On voit que c'est par un ensemble de soins minutieux et bien entendus qu'on obtient l'excellent vin de Roussillon. Ajoutons que ces vignes sont peu productives et qu'elles ne donnent en moyenne que 10 à 12 hectolitres à l'hectare, fécondité dix fois moindre que celle des vignes plantées en *Aramont*.

Dans la préparation du vin de choix des Pyrénées-Orientales, l'emploi du plâtre est rigoureusement banni ; *c'est un vin naturel* au premier chef. Au plus, comme à Porto, on ajoute un peu d'alcool pour arriver à 15 pour 100, qu'on ne dépasse pas. On a également renoncé à l'emploi du moût de raisin réduit par l'évaporation. On préfère, avec beaucoup de raison, recueillir le raisin à l'état de parfaite maturité, quand il a été privé par évaporation d'une partie de son eau. C'est une méthode du même ordre qui donne les vins si renommés de Château-Châlons et les vins de paille les plus exquis.

La fermentation s'opère, autant que faire se peut, à une température moyenne, dans des foudres de capacité modérée ; elle se prolonge de trente-cinq à quarante jours. La durée du cuvage est en raison inverse de la capacité des foudres et en raison directe de la maturité plus ou moins complète du raisin.

Cette longue fermentation en présence de la grappe a pour but de dissoudre plus complètement les matières colorantes et astringentes et assurer la conservation de ce vin.

Je conseille aux viticulteurs de l'Algérie de propager la culture du grenache qui est déjà parfaitement acclimaté dans plusieurs centres viticoles de ce pays et qui est destiné à un grand avenir si le phylloxera ravage les grands vignobles de Porto et du Roussillon.

Je ne veux point quitter cette question du phylloxera sans recommander avec la plus grande instance aux vignerons algériens de n'introduire aucun plant étranger, provînt-il d'une contrée réputée indemne.

Les cépages actuellement cultivés en Algérie peuvent suffire à tous les besoins ; par-dessus tout, d'accord en cela avec notre

confrère M. Blanchard, je suis d'avis que les précautions les plus rigoureuses soient prises pour prévenir l'introduction des cépages américains.

On doit d'ailleurs apporter la plus grande circonspection avant d'introduire un cépage appartenant à une région viticole très différente. Souvent de très légères différences de température suffisent pour rendre l'acclimatation non profitable. C'est en vain qu'on essayerait, je pense, de transporter en Algérie nos pineaux de Bourgogne. Les raisins seraient ou desséchés par le soleil ou dévorés par les insectes.

M. Ott fait une remarque très juste lorsqu'il dit que les espaces que la vigne peut occuper en Algérie sont tellement vastes que si par malheur, malgré les plus rigoureuses précautions, le phylloxera était importé en Algérie, il n'y rencontrerait pas la condition d'encombrement (1) que j'ai montré être si favorable à sa propagation.

C'est par la vigne que s'opérera, dans un avenir qui peut n'être pas éloigné, la conquête stable de l'Algérie.

Cette culture amènera chez les nouveaux colons et les naturels l'habitude du travail et l'aisance; elle fera disparaître le plus grand obstacle au progrès, l'endémie des marais; en effet, sur tous les sols où la vigne est cultivée, les conditions de développement des effluves qui donnent naissance aux fièvres intermittentes disparaissent.

Assainissement, richesse, la culture de la vigne donnera tout à notre grande colonie.

BOUCHARDAT,
Professeur à la Faculté de médecine.

BULLETIN DES SOCIÉTÉS SAVANTES

Académie des sciences de Paris

SÉANCE DU 23 AOUT 1880.

M. *Mouchez* communique les observations méridiennes des petites planètes, faites à l'observatoire de Greenwich (transmises par l'astronome royal, M. *G. Airy*) et à l'Observatoire de Paris pendant le deuxième trimestre de l'année 1880.

— M. *Marey*, dans les expériences faites anciennement avec M. Chauveau, avait trouvé que les phases des variations de pression du sang dans les deux ventricules ne sont pas les mêmes à droite et à gauche. Le cœur droit donne dès le début de sa systole le maximum de son effort, tandis que dans le ventricule gauche la pression s'élève jusqu'à la fin de la phase systolique. Mais il y a encore d'autres caractères différentiels entre la pulsation de l'un et l'autre ventricule. En effet :

1° *Le cœur droit et le cœur gauche ne se comportent pas de la même manière pendant un arrêt de la respiration.*

On sait que le poumon est plus facilement traversé par le sang quand on respire que pendant l'arrêt respiratoire; il en résulte qu'une stase se produit dans le cœur droit si la respiration est arrêtée. On voit aussitôt changer les caractères de la pulsation du cœur droit; celle-ci perd de son amplitude et finit par être trois ou quatre fois plus faible qu'au début de l'arrêt respiratoire, lorsque cet arrêt s'est prolongé pendant trente à quarante secondes. Cette diminution d'amplitude de la pulsation du cœur se produit par suite de l'élévation du minimum des courbes; les sommets restent toujours sur la même ligne horizontale. L'explication de ce phénomène est très simple : il tient à ce que le cœur, se vidant de moins en moins, à cause de la résistance pulmonaire, offre de moins en moins ces chutes de pression qui traduisent sa vacuité.

Si l'on explore le cœur gauche pendant l'arrêt respiratoire, au lieu d'une diminution d'amplitude des pulsations, on constate, au contraire, que celles-ci offrent un léger accroissement.

2° *Les ondes aortiques retentissent dans le tracé de la pulsation du ventricule gauche.*

On voit apparaître ces ondes sur les pulsations cardiaque et aortique quand on fait baisser la tension artérielle par l'existence musculaire, par l'inhalation de nitrite d'amyle, par l'hémorragie, etc. On les voit naître aussi après un effort prolongé quelque temps avec occlusion de la glotte.

Le tracé du ventricule gauche présente alors des ondulations multiples, tandis que le ventricule droit ne montre ces ondes qu'à l'état de vestige et par propagation de voisinage.

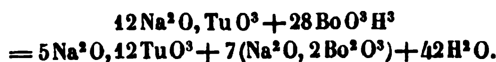
De ces deux signes, qui servent à distinguer auquel des deux ventricules appartient la pulsation que trace le cardiographe, le premier est le plus facile à employer et semble devoir être très utile dans la pratique médicale, où souvent les signes d'auscultation ne permettent pas de déterminer avec certitude sur quelle moitié du cœur porte une lésion valvulaire.

— M. *Trécul* signale un exemple remarquable de foudre verticalement ascendante (orage du 19 août).

— M. *Quet* présente un mémoire ayant pour titre : Induction de la lune par la terre, et variation diurne horaire des boussoles terrestres. Le soleil induirait sensiblement la terre alors même que son pouvoir magnétique serait simplement égal à celui de notre globe.

— M. *Crafts*, continuant ses recherches sur les variations des points fixes des thermomètres, a été amené à discuter la question de la variation du coefficient de dilatation du verre. D'après quelques expériences, il semble qu'il est avantageux, quand un thermomètre a été soumis à une haute température, de ne le laisser se refroidir qu'avec une très grande lenteur.

— M. *Klein* a découvert une réaction particulière des tungstates alcalins et de l'acide borique à l'ébullition. Il ne se forme pas d'acide tungstique; mais des borates et un paratungstate. Le tungstate de sodium donne lieu, en particulier, à la réaction exprimée par l'équation

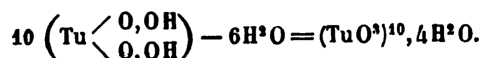


$$12\,Na^2O, Tu\,O^3 + 28\,Bo\,O^3H^3$$
$$= 5\,Na^2O, 12\,TuO^3 + 7\,(Na^2O, 2\,Bo^2O^3) + 42\,H^2O.$$

Le sel correspondant de potassium donne lieu à une réaction analogue; quand on opère avec poids égaux d'hydrate borique et de tungstate de potassium, on obtient par concentration et refroidissement, avec d'autres produits encore incomplètement étudiés, un dépôt d'acide borique et de pentamétaborate monopotassique $Bo^5O^{10}KH^4 + 2H^2O$, et un sel en cristaux aciculaires, qui se dépose de la solution. Ce sel, assez soluble dans l'eau, est probablement un tungstoborate de potassium.

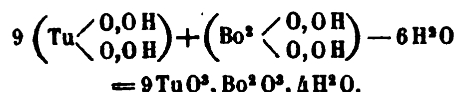
(1) M. Bouchardat, *Sur le phylloxera* (*Mémoires de la Société centrale d'agriculture pour* 1879, et *Revue scientifique*, 1879.

L'acide tungstoborique est l'analogue de l'acide décatungstique inconnu.



$$10\left(Tu\begin{matrix}\diagup 0,0H\\ \diagdown 0,0H\end{matrix}\right) - 6H^2O = (TuO^3)^{10}, 4H^2O.$$

Il se forme par l'union à 9 molécules d'acide tungstique, de 1 molécule d'hydrate diamétaborique $Bo^2O^2\begin{matrix}\diagup OH\\ \diagdown OH\end{matrix}$, avec élimination de 6 molécules d'eau. Sa formation est exprimée par l'équation suivante :



$$9\left(Tu\begin{matrix}\diagup 0,0H\\ \diagdown 0,0H\end{matrix}\right) + \left(Bo^2\begin{matrix}\diagup 0,0H\\ \diagdown 0,0H\end{matrix}\right) - 6H^2O$$
$$= 9TuO^3, Bo^2O^3, 4H^2O.$$

L'acide tungstoborique rend donc probable pour l'acide tungstique l'existence d'anhydrohydrates supérieurs à l'acide métatungstique, de véritables acides polytungstiques analogues aux acides polymolybdiques.

— M. *Renard* présente une note intéressante sur un nouvel hydrocarbure, extrait des produits de la distillation de la colophane.

Pour l'avoir pur, on lave les produits distillés avec de la lessive de soude, on le sèche sur du chlorure de calcium, et on le distille sur le sodium, dans un courant d'acide carbonique. L'analyse et la mesure de densité de vapeur conduisent à la formule C^7H^{12}. Ce carbure, pour lequel M. Renard propose le nom d'*heptène*, est incolore, mobile; il présente une odeur particulière, il est soluble dans l'alcool et dans l'éther, sa densité à 20° = 0.8031. Il bout de 103 à 106° et est sans action sur la lumière polarisée. Il absorbe rapidement l'oxygène. Le brome et le chlore réagissent en donnant des produits résineux. L'action du brome est assez complexe. En faisant tomber ce corps goutte à goutte sur le carbure refroidi et en abandonnant ensuite le mélange, en présence d'un excès de brome, pendant deux ou trois jours à l'ombre, on obtient un liquide épais qui, lavé à l'eau alcaline pour enlever l'excès de brome, abandonne une huile lourde, orangée, qui, traitée par l'éther, laisse déposer un composé bromé cristallisé que l'on purifie par quelques cristallisations dans l'éther bouillant et dont l'analyse conduit à la formule $C^7H^6Br^6$. Ce corps fond à 134°, et, vers 150°, se décompose en dégageant de l'acide bromhydrique. Si, dans l'opération précédente, on abandonne le mélange en présence d'un excès de brome pendant huit ou dix jours au soleil, jusqu'à ce que tout dégagement d'acide bromhydrique ait cessé, on obtient un dérivé hexabromé liquide, isomère du précédent, qui se présente sous forme d'une huile très épaisse, de couleur brune.

Enfin le brome peut encore donner avec l'heptène un bibromure $C^7H^{12}Br^2$. Pour l'obtenir, on fait tomber goutte à goutte une solution du carbure dans l'éther dans une solution de brome également dans l'éther et bien refroidie. Les deux corps se combinent sans dégagement d'acide bromhydrique.

En dissolvant l'heptène dans l'acide sulfurique et en distillant le produit, on obtient un polymère ou *diheptène* ($C^{14}H^{24}$), bouillant de 235° à 240°. Ce dernier carbure absorbe très rapidement l'oxygène.

BIBLIOGRAPHIE

Sommaire des principaux recueils de mémoires originaux.

REVUE INTERNATIONALE DES SCIENCES (janvier-août 1880). — *Débierre* : De l'origine et de l'évolution des sociétés et de la civilisation suivant la science contemporaine. — *S. Podolinski* : Le travail humain et la conservation de l'énergie. — *Vulpian* : Étude physiologique des poisons : le jaborandi. — *Budin* : Recherches sur l'hymen et l'orifice vaginal. — *Bresgen* : L'organe et le mécanisme de la voix humaine. — *Luerssen* : Les schizomycètes et leur rôle dans la fermentation et les maladies. — *Balfour* : Des ressemblances qui existent entre la nutrition des plantes et celle des animaux. — *S. Wake* : La famille humaine primitive. — *Gilkinet* : Développement du règne végétal dans les temps géologiques. — *De Bary* : Des fougères apogames et de l'apogamie en général. — *R. Blanchard* : Muscles striés chez les mollusques acéphales monomyaires; sur le péritoine du python de Seba. — *Schaefer* : Du développement des animaux. — *Hoberland* : L'infanticide chez les peuples anciens et modernes. — *T. Richard-Lewis* : Les microphytes du sang et leur relation avec les maladies. — *Ray-Lankester* : La chlorophylle décompose-t-elle l'acide carbonique ? — *J.-L. de Lanessan* : Les protozoaires. — La coloration et les matières colorantes des plantes. — *A. Hovelacque* : Les races inférieures. — *Moniez* : Les cysticerques des ténias.

— JOURNAL DE PHARMACIE ET DE CHIMIE (avril à août 1880). — *Planchon* : Études sur les strychnos. — *J. Lefort* : Remarques sur la pile de Smithson pour la recherche du mercure, particulièrement dans les eaux minérales. — *Alf. Riche* : Note sur les eaux de la Bourboule. — *Jungfleich* : Sur la préparation de l'acétylène. — *Balland* : De l'influence des climats sur la maturation des blés. — *Coulier* : Le spectroscope appliqué aux sciences chimiques et pharmaceutiques. — *A. Vulpian* : Médication sudorifique; jaborandi et pilocarpine. — *Alf. Riche* : Note sur les sous-nitrates de bismuth du commerce. — *E. Jungfleisch* : Les alcalis du quinquina. — *Coulier* : Le spectroscope appliqué aux sciences chimiques et pharmaceutiques. — *E. Bourgoin* : Électrolyse de l'acide malonique. — *Balland* : Sur le saucisson des Arabes. — *P. Cazeneuve* : Sur la décomposition des acétates de cuivre par la chaleur et l'eau. — *J. Lefort* : Note sur la composition de l'arséniate de soude officinal. — *L. Soubeyran* : Du thapsia garganica. — *Carpentin* : Méthode de dosage des acides gras contenus dans les huiles. — *Flavart* : Nouvel appareil pour le dosage de l'azote total dans les matières organiques en général et dans l'urine en particulier. — *J.-L. Soubeyran* : Insalubrité de la chair de porc de provenance américaine. — *Daille* : Note sur l'Uredo Viticida. — *A. Rémont* : Recherche et dosage des huiles lourdes minérales, des huiles de résine, des huiles grasses et de la résine dans les huiles du commerce. — *J. Lefort* : Sur l'absence du mercure dans l'eau de Saint-Nectaire. — *Alf. Riche* : Sur la vaseline. — *Reboul* : Sur les vins de raisins secs. — *Alf. Riche* : Rapport sur la margarine.

— BULLETINS DE LA SOCIÉTÉ D'ANTHROPOLOGIE DE PARIS (de janvier à avril 1880). — *Girard de Rialle* : Sur la signification de la svastika. — *Mantegazza* : Sur les Lapons. — *G. Soldi* : Migrations en Égypte. — *Féraud* : Sur les Boschimans. — Inventaire des monuments mégalithiques de France. — *Cauvin* : Crâne australien brachycéphale. — *Broca* : Méthode trigonométrique; le goniomètre d'inclinaison et l'orthogone. — *Bertillon* : Rapport sur un questionnaire anthropologique à remplir dans les écoles du département de Loir-et-Cher. — *Parrot* : Sur le développement du cerveau chez les enfants du premier âge. — *P. Broca* : Du goniomètre flexible. — *Harmand* : Sur la traduction des inscriptions cambodgiennes, — *Vinson* : Sur l'utilité des instructions linguistiques. — *Piétrement* : Sur les mots germains, germani. — *G. de Mortillet* : Rapport sur un manuscrit de M. Régis Géry. — *A. Chervin* : Sur les Esthoniens. — *Mantegazza* : Sur l'ethnologie de la Nouvelle-Guinée. — *D'Abbadie* : Sur la vision de la série des nombres. — *Broca* : Sur le buste d'une jeune fille zoulou; sur une anomalie régressive de la crosse de l'aorte; sur le cerveau de l'assassin Prévost ; sur un enfant illettré ayant la faculté calculatrice très développée. — *Mondière* : Sur la femme de Cochinchine. — *Cauvin* : Sur les résultats d'une mission en Australie. — *Issaurat* : Rapport sur les comptes de l'exposition des sciences anthropologiques. — *Topinard* : Sur différents instruments d'anthropométrie. — *Bertillon* : De l'influence du mariage sur la tendance au suicide. — *De Sémallé* : Les générations au point de vue chronologique. — *De Ujfalvy* : Voyage en Asie centrale. — *E. Magitot* : De l'usure

spontanée des dents, au point de vue ethnique. — *E. Fourdrignier :* Sépultures de Thuizy; casques gaulois de Cuperly et de Thuizy. — *F. Voulot :* Sur deux mégalithes vosgiens.

CHRONIQUE

CONGRÈS INTERNATIONAL D'ANTHROPOLOGIE ET D'ARCHÉOLOGIE PRÉHISTORIQUES (Lisbonne, dix-neuvième session). — Dès le dimanche 19 septembre, les membres du congrès seront reçus au secrétariat (section géologique de l'Académie royale des sciences).

Le 20 septembre, lundi, à une heure, aura lieu la séance d'inauguration; on procédera aux élections.

Mardi 21, jeudi 23, samedi 25, lundi 27, on discutera dans la matinée les questions relatives au Portugal : silex taillés de l'époque tertiaire; caractères de l'âge paléolithique ou quaternaire; de l'âge néolithique : kjokenmoeddings, cavernes sépulcrales naturelles et artificielles, monuments mégalithiques, description et histoire des populations primitives; arrivée des métaux : âges du cuivre et du bronze, etc.

Les mêmes jours, dans l'après-midi, l'ordre du jour sera libre et comprendra toutes les communications des membres du congrès. Voici une première liste de lectures annoncées : M. *Arcelin*, l'ancienneté de l'homme dans la vallée de la Saône; M. le baron *de Baye*, sur le préhistorique de la Champagne; M. *E. Cartailhac*, les récentes découvertes préhistoriques dans le midi de la France; M. *Ernest Chantre*, résultats d'un voyage d'exploration dans le Caucase; M. *Gross*, l'époque du cuivre au lac de Bienne; M. *Hildebrand*, état des études préhistoriques en Suède; M. *Magitot*, études sur les mutilations ethniques; M. *Sabatier*, cause des diverses conformations des membres antérieurs dans les races humaines; M. *Schaaffhausen*, sur l'homme préhistorique; M. *Juan Vilanova*, des âges du cuivre et du bronze en Espagne.

MM. *Kallir, Caldas, Coelho, Pedroso, Sarmento, Vasconcellos, Delgado, Ribeiro* et autres savants portugais sont inscrits pour faire des communications sur l'anthropologie de leur pays.

Le mercredi 22 septembre, on fera une excursion à Otta et Azambuja; vendredi 24, à Santarem et à Mugem; mardi 28, à Cascaes et Cintra. Enfin, après le congrès, c'est-à-dire le 30, on partira pour la province du Minho.

La grosse question qui se posera d'abord devant le congrès est celle que soulèvent les pierres travaillées, incontestablement recueillies par M. C. Ribeiro au sein de couches tertiaires. Les lecteurs de la *Revue scientifique* se rappellent l'article que M. G. de Mortillet a publié récemment sur cet important sujet.

Le comité local a fait ouvrir de nombreuses tranchées entre Carregado et Cercal; dans cet espace de 20 kilomètres, le congrès pourra rencontrer à chaque pas des pierres ouvrées dans les dépôts miocènes.

Le comité a exécuté des fouilles considérables dans les kjokenmoeddings de Mugemna, au N.-E. de Lisbonne. Ces débris de cuisine, fort analogues à ceux du Danemark, renferment en abondance des objets d'industrie, des ossements mêlés aux coquilles comestibles qui constituent de petites collines. Çà et là on a trouvé des squelettes humains et plusieurs ont été laissés en place.

Les cavernes à ossements quaternaires, les grottes sépulcrales artificielles et les monuments mégalithiques ont livré de très nombreuses et très précieuses collections, qui ont permis de former un musée déjà considérable, dont le congrès fera l'inauguration.

L'excursion dans la province du Minho permettra d'examiner des ruines offrant le plus haut intérêt, soit par leur étendue, soit par le style des constructions et des sculptures. Ces *Citania* paraissent antérieures à l'occupation romaine.

Les compagnies des chemins de fer de l'Espagne et du Portugal ont bien voulu accorder aux membres du congrès une réduction de moitié sur le prix des places. Toutefois, il conviendra peut-être mieux de se munir de *billets circulaires*, qui se délivrent à Paris, à la gare, quai d'Austerlitz, et au bureau central, rue Saint-Honoré, n° 130, et à la frontière espagnole, à Irun et à Port-Bon.

Plusieurs membres du congrès se sont donné rendez-vous au musée préhistorique de Bordeaux (Jardin public), pour le 13 septembre au matin; ils espèrent que bon nombre de leurs confrères les y joindront afin d'avoir le plaisir de voyager en groupe.

Toutes les personnes qui désirent souscrire au congrès, profiter de ses avantages et recevoir les comptes rendus, doivent envoyer par mandat postal leur cotisation, 12 francs, au trésorier, M. A.-C. Texeira de Aragao, professeur d'hygiène militaire, Lisbonne.

M. E. Cartailhac, 5, rue de la Chaîne, Toulouse, délégué au congrès par le ministre de l'instruction publique, s'efforcera de répondre à toutes les demandes de renseignements complémentaires.

— CONGRÈS DE L'ASSOCIATION MÉDICALE ITALIENNE. — Ce congrès sera inauguré, comme nous l'avons dit, le 15 septembre 1880, à dix heures du matin, à Gênes, dans la grande salle de l'Université, via Balbi.

Parmi les communications annoncées, nous pouvons citer les suivantes :

Médecine. — *Perroncito :* Des anchilostomes et des anguillules. — *Golgi :* Transfusion du sang dans le péritoine. — *Semonola :* Études chimiques et thérapeutiques sur le mal de Bright. — *Levi :* Efficacité des inhalations d'oxygène dans les cachexies et anémies palustres graves. — *Renzi :* Sécrétion de l'urée et des phosphates dans les maladies. — *Maragliano :* Températures cérébrales. — *Conti* et *Silvestri :* De l'hémoglobinurie.

Chirurgie. — *Marcacci :* Désarticulation du calcaneum et de quelques os du tarse. — *Albanese :* Cautérisations intra-articulaires dans l'arthrite fongueuse. — *Rovogli :* Endoscopie uréthrale. — *Ferrari :* Chirurgie antiseptique.

Anatomie et physiologie. — *Bizzozero :* Hématopoièse. — *Golgi :* Origine centrale des nerfs. — *Felini :* Sommeil naturel et provoqué. —*Luigi :* Excrétion d'acide carbonique dans l'appareil à air comprimé. — *Oehl :* Diffusion des centres volontaires dans la moelle épinière. — *Maragliano :* Modifications de l'hémoglobine et du nombre des globules dans les congestions.

Il y aura, en outre, un certain nombre de conférences, parmi lesquelles nous signalerons les principales.

Mazzoni : Hygiène de l'opéré. — *Bizzozero :* Dosage de l'hémoglobine. — *Baccelli :* De la malaria. — *Mosso :* Le sphygmographe, comme moyen de diagnostic. — *Maragliano :* Traitement de l'hémoptisie.

— ASSOCIATION MÉDICALE ANGLAISE. — Parmi les principales communications faites à l'association médicale anglaise (Cambridge, du 10 au 13 août 1880), nous noterons les suivantes :

Bristow. Duncan : De l'anesthésie hystérique. — *Brown-Sequard :* Convulsions unilatérales dans les maladies du cerveau. — *Buzzard :* Phénomènes de transfert dans l'épilepsie. — *Gowers :* Chorée paralytique. — *Ferrier :* Troubles de la vision dans les maladies cérébrales. — *Anderson :* Guérison de la phtisie galopante. — *Marcet :* Influence de l'altitude sur les maladies pulmonaires. — *Drysdale :* Folie syphilitique. — *Yeo :* Méthode antiseptique dans les plaies crâniennes. — *Lister :* Chirurgie antiseptique. — *Thomson :* Rétrécissements de l'urèthre. — *Owen :* Bains chauds dans la hernie étranglée. — *Page :* Suture immédiate des nerfs sectionnés. — *Smith :* Étiologie du mal de Pott.

Ces communications sont données dans le *British medical Journal*, 1880, n° 1026.

— CONGRÈS INTERNATIONAL DES SCIENCES MÉDICALES (7e session, Londres, 1881). — Nous ajouterons aux détails donnés dans le dernier numéro sur les congrès de 1880 et 1881 la lettre suivante, envoyée par le comité d'organisation :

A la sixième session du congrès international médical, tenue à Amsterdam, on exprima le désir général que la prochaine réunion eût lieu en Angleterre. Nous avons l'honneur de vous informer qu'un comité d'organisation vient de se constituer.

Une réception générale aura lieu le mardi soir 2 août 1881; les séances s'ouvriront le mercredi, 3 août et finiront le 9.

Les langues officielles seront le français, l'allemand et l'anglais.

Bien des circonstances nous font espérer qu'en cette occasion, nous aurons l'honneur de voir chez nous un grand nombre de médecins distingués de tous les pays. Nous désirons les recevoir avec la plus haute considération et la plus grande cordialité. Tout nous fait espérer que nos compatriotes viendront non seulement de toutes les parties du Royaume-Uni, mais aussi des Indes et de toutes nos colonies.

Sa Majesté la Reine a bien voulu nous donner une nouvelle preuve de sa sympathie et de sa bienveillance en nous autorisant à mettre le congrès sous son haut patronage.

Son Altesse Royale le prince de Galles a montré l'intérêt qu'il porte au progrès des sciences médicales en nous accordant la même faveur.

Outre les séances générales, le travail du Congrès sera distribué entre quinze sections.

Un musée d'objets intéressants, ayant rapport aux sciences médicales, sera ouvert pendant la durée du congrès.

Nous nous efforcerons de rendre aussi agréable que possible le séjour de Londres à nos confrères en ajoutant à l'intérêt de la science les agréments de la société.

Les dames seront admises à la séance d'ouverture ainsi qu'aux réunions amicales, mais ne seront pas reçues aux séances scientifiques. Le règlement du congrès sera bientôt fixé. Ci-joint la liste provisoire des présidents, vice-présidents et secrétaires.

Le président du comité : J. Risdon Bennett.
Le secrétaire général : William Mac Cormac.

Le comité fixera définitivement le programme le 30 avril 1881, et toutes les communications ayant rapport au congrès ainsi qu'un résumé des discours destinés aux séances doivent être adressés avant cette époque au secrétaire général, M. Mac Cormac, 13, Harley Street, London, W.

— Congrès international d'hygiène de Turin. — Séances des sections. — *Hygiène générale et internationale.* — *Laborde,* de Paris : De la nécessité et du rôle des études physiologiques et expérimentales pour la constitution de la science de l'hygiène. — *Pagliani,* de Turin : De l'alimentation convenable aux classes ouvrières et des règles hygiéniques pour les cuisines populaires. — *Catella,* de Turin : De la prophylaxie internationale de la syphilis. — *Brambilla,* de Turin : De la statistique sanitaire. — *G. Drouineau,* de la Rochelle : Rapport de la météorologie et de l'hygiène (organisation et application pratiques). — *Vidal,* de Paris : Des moyens légaux ou d'initiative privée à opposer à la falsification des denrées alimentaires. — Vaccination et revaccination obligatoires.

Hygiène professionnelle. — *Jacquemart,* de Paris, et *J. Martin :* Le nicotisme professionnel.

Hygiène des écoles. — *Hygiène des enfants.* — *Gaetano Pini,* de Milan : De la prophylaxie de la scrofule et du rachitisme. — *Albert Gamba,* de Turin : École des rachitiques et hospice marin de Turin. — *Henri Napias,* de Paris : Étude et critique des mesures législatives prises dans les divers pays de l'Europe, pour la protection des enfants travaillant dans l'industrie. — *Antoine Agostini,* de Vérone : De l'exposition des enfants et de la manière de diriger les hospices des enfants trouvés. — *Marbeau* et *Moynier,* de Paris : De l'installation matérielle des crèches et des conditions à observer pour y sauvegarder la santé des enfants. — *Jacques Arnaudon,* de Turin : Horaire pour les écoles; durée des récréations; travail manuel, comme gymnastique éducative; ouverture et clôture des cours. Mobilier scolaire. Enseignement avec des objets, son influence sur le développement physique et intellectuel. — *G. Drouineau,* de la Rochelle : Du mobilier scolaire. — *Roth,* de Londres : Sur l'inspection médicale obligatoire dans les écoles. — *Roth :* Sur l'introduction des éléments de l'hygiène et de l'éducation physique scientifique dans toutes les écoles primaires et secondaires. — *Roth :* Des moyens de prévenir la cécité. — Tracer le plan d'une école primaire modèle, réalisant *tous les desiderata* de l'hygiène.

Hygiène appliquée à l'agriculture. — *Durand-Claye,* de Paris : Desséchements et colmatages, bonifications. — Leur influence sur l'hygiène et sur la culture. — Exemples en France et à l'étranger. — *Chamberlent fils,* de Bordeaux : Assainissement des landes de Gascogne. — *Comité de salubrité de l'agglomération bruxelloise :* De l'organisation de l'hygiène dans les campagnes. — *Henri-Arthur Albutt,* L. R. C. P. de Leeds (Angleterre) : De la pellagre et des moyens de la prévenir et de relever les conditions des agriculteurs en Italie, avec des remarques sur la concurrence et l'émigration.

Hygiène appliquée à l'industrie. — *E. allin,* de Paris : Le rouissage, et surtout la comparaison, au point de vue hygiénique, entre le *rouissage agricole et le rouissage industriel.* — *Vidal,* de Paris : Des moyens légaux ou d'initiative privée à opposer à la falsification des denrées alimentaires. — *Delpech,* de Paris : Assainissement des fabriques dans lesquelles se préparent les produits saturnins. — *Drouineau,* de la Rochelle : Des moyens de remédier à l'insuffisance de la ventilation dans les filatures.

Hygiène vétérinaire. — *Lanzillanti-Buonsanti,* professeur de médecine vétérinaire, de Milan : De la salubrité et de l'inspection sanitaire des viandes. — Thèmes proposés par le professeur *Vallada,* directeur de l'école vétérinaire de Turin : Étiologie et prophylaxie de la rage des animaux étudiée surtout en rapport avec la santé publique. — Établir par la discussion quel parti on peut encore tirer des différents produits animaux pris chez les brebis varioliques pour l'usage industriel et alimentaire, sans danger pour l'hygiène publique. — Dissertation sur les différentes espèces de gale qui peuvent se communiquer des animaux à l'homme, et sur les moyens prophylactiques pour empêcher cette communication. — Discussion sur les différentes maladies épizootiques qui, dans ces dernières années, ont détruit les volatiles de basse-cour, soit en Italie, soit à l'étranger, et surtout sur le typhus des poules, qui a été aussi nommé choléra, dysenterie épizootique, etc., etc., et indication de l'usage industriel et alimentaire auxquels peuvent encore servir les produits qu'on en tire. — Indication des différents cas dans lesquels le lait fourni par les mammifères domestiques, et surtout par la vache, peut devenir nuisible à la santé de l'espèce humaine.

Hygiène militaire et navale. — Influence spéciale sur le soldat, des causes typhoïgènes engendrées ou entretenues dans les villes de garnison. — *Émile Trélat,* de Paris : Hygiène des casernes. — Thèmes formulés par le comité de santé militaire et proposés au troisième congrès international d'hygiène, par S. E. le ministre de la guerre : Les cas fréquents de tuberculose qui cause une perte considérable d'hommes tous les ans peuvent-ils être considérés comme plus ou moins dépendants de la vie militaire? En cas affirmatif, quelle serait la circonstance spéciale de la vie militaire qui peut favoriser le développement de la tuberculose? par quels moyens peut-on en éviter et diminuer les conséquences? Les épidémies de scorbut qui se montrent de temps à autre dans une garnison doivent-elles être attribuées à la constitution des hommes détériorée précédemment par les fatigues, les maladies, ou autres causes; aux conditions des casernes; à l'alimentation réglementaire ou bien à tous trois de ces éléments? De quelle manière peut-on les prévenir? La plus grande partie de nos casernes, dans l'origine, construites pour servir à d'autres buts, ne présentant pas les conditions voulues de salubrité, comment peut-on en corriger les défauts, pour que les troupes puissent les habiter sans danger? Par quels moyens devra-t-on pourvoir à l'aération insuffisante et mauvaise construction des latrines, etc.? Comment les casernes devront-elles être construites, pour qu'elles soient en rapport avec toutes les exigences de l'hygiène?

Sauvetage sous toutes ses formes — *G. de Beauvais,* de Paris : Du traitement spécial des asphyxiés par l'oxyde de carbone au moyen des inhalations d'oxygène. — De la meilleure organisation des comités de secours avant et pendant la guerre. Personnel de service médical et matériel à préparer. Mesures à prendre pour éviter les abus signalés dans la dernière guerre. Fédération des comités. Des meilleurs moyens de transport des blessés du lieu de combat à l'ambulance volante ou fixe, ou aux hôpitaux. Des meilleurs modes de construction, installation et aménagement des tentes et des baraques. Quels soins faut-il prendre des cadavres sur les champs de bataille pour prévenir les dangers de la putréfaction? Inhumation provisoire? définitive? crémation? — Des moyens plus faciles pour éteindre les incendies et sauver les personnes en danger.

L'architecture et la chimie appliquées à l'hygiène. — *Comité de salubrité de l'agglomération bruxelloise :* Des règles à observer dans l'élaboration des plans pour l'érection de quartiers nouveaux ou la transformation des quartiers insalubres. — *Marié-Davy :* Résultats des analyses chimiques et microscopiques de l'air et des eaux de Paris, au parc de Montsouris, dans la ville, dans les salles de l'Hôtel-Dieu, dans les cimetières, dans les égouts et à Gennevilliers; résultats d'expériences relatives à l'épuration des eaux d'égout par le sol en culture. — *Un délégué* du conseil d'hygiène de la Seine-Inférieure : Du gaz comme moyen d'éclairage et de chauffage dans les habitations privées, au point de vue de l'hygiène. — Tracer les lignes principales du meilleur système d'égouts pour une grande ville, avec les plus grands avantages pour l'hygiène publique et l'agriculture. — Combien de malades *au maximum* peut-on entretenir hygiéniquement dans une salle d'hôpital à pavillons, pourvue de lumière, du nécessaire cubage d'air, d'une bonne ventilation, illumination, de bains, de water-closets, etc.?

— École d'architecture. — A l'École spéciale d'architecture est ouverte en ce moment la liste d'inscription des candidats à l'admission pour l'année 1880-1881, session d'octobre.

Pour tous renseignements, s'adresser à Paris, 136, boulevard Montparnasse, au secrétariat de l'École, où se délivre gratuitement le programme des conditions d'admission.

Le propriétaire-gérant : Germer Baillière.

Paris. — Impr. J. Claye. — A. Quantin et Cie, rue St-Benoît. [1352]

LA

REVUE SCIENTIFIQUE

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

REVUE DES COURS SCIENTIFIQUES (2e SÉRIE)

DIRECTEURS : MM. ANTOINE BREGUET ET CHARLES RICHET

2e SÉRIE — 10e ANNÉE | NUMÉRO 11 | 11 SEPTEMBRE 1880

Paris, le 10 septembre 1880.

Le Sénat aura prochainement à voter le budget de 1881. Pour le ministère de l'instruction publique et des beaux-arts, le total des dépenses s'élève à 72 464 556 francs. Sur ces 72 millions, le service des beaux-arts et des musées est de 8 486 930 francs. Il reste donc pour l'instruction publique proprement dite une somme de 63 978 289 francs ainsi répartie :

Enseignement primaire	33 744 813 francs.
— secondaire	12 014 510 —
— supérieur.	13 739 153 —
Administration centrale	4 479 813 —

Les sommes consacrées par l'État à l'enseignement supérieur représentent donc à peu près la cinquième partie des frais des divers enseignements, soit 1/280 du budget total d'une année.

Personne ne peut trouver mauvais qu'on fasse des sacrifices considérables pour l'instruction primaire; mais il importe aussi de ne pas négliger l'e seignement supérieur. Le gouvernement de la République, qui a tant fait pour l'enseignement primaire, doit maintenant tourner tous ses efforts vers l'amélioration et le perfectionnement des grands établissements d'instruction. C'est par les découvertes et les travaux scientifiques, plus peut-être que par la diffusion des lumières dans la masse du peuple, qu'un pays comme la France peut conserver sa prééminence littéraire, artistique, scientifique. Si Athènes a été la ville par excellence, et qui a dirigé le monde, ce n'est pas à cause de la diffusion des lumières, mais parce que dans ses murs vivait un petit groupe d'hommes créateurs et novateurs.

En étudiant dans leurs détails le montant des divers crédits, on voit qu'il en est de manifestement insuffisants.

Facultés	9 355 830 francs.
École des hautes études	300 000 —
Institut national de France.	707 762 —

L'impression des comptes rendus de l'Académie des sciences exigerait un supplément de crédit. On pourrait aussi donner à cette belle publication tous les développements qu'elle comporte.

Académie de médecine	75 500 francs.
Collège de France.	466 280 —
Muséum d'histoire naturelle. . . .	835 842 —

On a adopté en principe un amendement destiné à augmenter le traitement des aides naturalistes; mais il y a encore beaucoup d'autres améliorations nécessaires.

Établissements astronomiques et météorologiques.	876 300 francs.
Enseignement des langues orientales vivantes . .	172 866 —
École des chartes	66 309 —
Écoles françaises d'Athènes et de Rome	139 240 —
Bibliothèque nationale	646 073 —
Catalogue de la Bibliothèque nationale.	50 000 —

Cette dernière somme est bien trop faible. Tous ceux qui ont à faire des recherches à la Bibliothèque nationale déplorent l'absence d'un catalogue tel qu'il en existe un pour l'histoire de France. L'impression d'un catalogue général serait une œuvre grandiose, mais elle ne serait certes au-dessus ni des ressources du budget ni des efforts des laborieux employés de la bibliothèque. — Quant au crédit de 646 073 francs, est-il suffisant pour l'achat des livres, les reliures, etc.?

Bibliothèques publiques et musée d'Alger	299 660 francs.
Archives nationales	202 500 —
Sociétés savantes et échanges internationaux . .	156 000 —
Subvention au *Journal des savants*	24 000 —
Publication des documents inédits de l'histoire de France	165 000 —
Dons aux savants et gens de lettres	200 000 —
Voyages et missions scientifiques, musée ethnographique.	200 000 —

Voilà encore, à notre sens, un crédit tout à fait insuffisant. Il faut que la science française se montre conquérante; qu'elle aille explorer les mystères de l'Afrique et de l'Indo-Chine, sonder les mers glaciales et les mers tropicales. Ce ne seront pas les voyageurs qui feront défaut. Mais que peut-on avec 200 000 francs ?

MINÉRALOGIE

FACULTÉ DE MÉDECINE. — LABORATOIRE DE M. WURTZ

CONFÉRENCE DE M. FRIEDEL

La reproduction des minéraux.

J'ai accepté de vous exposer aujourd'hui, messieurs, les résultats qui ont été obtenus dans la voie de la synthèse minéralogique. Il n'est pas nécessaire d'insister sur l'intérêt que présentent les recherches qui ont cette synthèse pour but. Elles ne fournissent pas seulement la solution d'intéressants problèmes de chimie; elles peuvent aussi donner au géologue des renseignements précieux sur les conditions dans lesquelles ont pu se former telles ou telles espèces minérales faisant partie intégrante des roches et, par conséquent, sur le mode de formation des roches elles-mêmes. Elles sont appelées, dans certains cas, à résoudre des problèmes minéralogiques dont l'analyse seule n'a pas su trouver la solution, tels que celui de l'origine et de la filiation des espèces minéralogiques et même celui de la composition de certaines espèces complexes, pour lesquelles l'analyse indique bien la nature et les proportions des éléments qu'elles renferment, mais sans avoir permis encore de distinguer leur type de combinaison, leur formule chimique. Enfin, quoique les applications aient manqué jusqu'ici aux minéraux artificiels, il n'est pas chimérique peut-être d'entrevoir le moment où tel ou tel d'entre eux pourra trouver son emploi dans les arts.

Nous ferons remarquer tout de suite qu'il s'agit essentiellement d'obtenir des produits cristallisés, se rapprochant autant que possible de l'aspect et de la manière d'être des minéraux naturels. Souvent, le problème consiste seulement à transformer en cristaux des substances que les procédés ordinaires des laboratoires fournissent à l'état amorphe. D'autres fois, au contraire, il faut en même temps produire une combinaison chimique et la produire sous forme cristalline.

Le plus souvent, on est obligé de se contenter de cristaux extrêmement petits; mais, le microscope aidant, et aussi un peu l'imagination, qui nous montre les agents naturels s'appliquant à la production des minéraux pendant des périodes indéfiniment longues, on peut considérer le problème comme résolu dès que l'on a obtenu des cristaux présentant les angles et les caractères optiques des minéraux naturels et ayant la composition de ceux-ci.

Quelquefois, lorsque les cristaux sont produits à l'état de mélange et ne sont pas séparables par les réactifs chimiques ou par les actions mécaniques, force est de s'en tenir aux deux premiers caractères; ceux-ci peuvent suffire lorsqu'ils sont tranchés, la composition étant d'ailleurs indiquée au moins qualitativement par la nature des éléments mis en présence. Néanmoins, il faut être bien prudent dans les conclusions tirées du seul examen microscopique des produits et, malgré le perfectionnement considérable introduit dans l'usage du microscope par l'addition des appareils de polarisation, qui en ont rendu l'usage beaucoup plus sûr, il peut encore arriver qu'on se trompe et surtout que l'on confonde telle substance artificielle non encore connue avec un produit naturel que l'on cherchait à reproduire.

Pour trouver les premiers essais de production artificielle de minéraux, nous n'avons pas à remonter au delà du commencement du siècle. Il n'y a pas lieu, en effet, de compter comme telles les tentatives de Du Clos, Kentmann et autres, qui prétendaient avoir *fait des pierres*, le premier en prenant du sable d'Étampes, l'arrosant avec de l'esprit-de-vin chargé de sel de tartre et de sel volatil de vinaigre; le second, en faisant bouillir du bois avec du houblon dans une bassine de cuivre, en l'ensevelissant dans une cave sous du sable et en l'y tenant pendant trois ans; ou par d'autres procédés aussi bizarres (1). Ces expériences alchimiques n'ont d'intérêt qu'en nous montrant qu'alors même que l'état des connaissances chimiques ne permettait en aucune façon d'aborder le problème d'une manière utile, la confiance existait déjà que les pierres pouvaient être reproduites par l'art.

La voie à suivre fut indiquée par l'examen de certains produits métallurgiques et particulièrement de laitiers et de scories cristallisés. *Koch*, en 1809, et, plus tard, *Hausmann* et *Mitscherlich* y reconnurent plusieurs substances ayant la composition et les propriétés d'espèces minérales naturelles, telles que le pyroxène, le feldspath orthose, le péridot, la humboldtilithe, la galène, la blende, etc. Ce que les opérations métallurgiques avaient fourni accidentellement, il suffisait de le reproduire et, en employant les ressources nouvelles fournies par la chimie, on ne pouvait manquer d'y réussir. Beaucoup de savants ont marché dans cette voie : les uns se sont attachés à prendre pour guide la nature et ont cherché à l'imiter d'aussi près que possible, afin de trouver, dans les résultats qu'ils obtiendraient, la vérification d'idées théoriques sur le mode de formation de divers minéraux, ou plutôt de divers ensembles d'espèces minérales. Tels sont les travaux de *H. de Senarmont*, sur les minéraux des filons, qu'il considérait comme formés par des eaux sortant de la profondeur, chargées de principes minéraux et traversant les fissures des roches dans les conditions dans lesquelles nous voyons sourdre les sources minérales. Se plaçant dans des conditions de température et de pression, qui sont celles qui se trouvent réalisées dans la profondeur des roches, employant comme dissolvants l'acide carbonique, l'hydrogène sulfuré, les sulfures alcalins, que nous trouvons encore aujourd'hui dans certaines sources, il est parvenu à faire cristalliser la plupart des minéraux des filons, sulfures, oxydes et sels métalliques, en même temps que les matières pierreuses qui leur servent de gangue. L'idée théorique dont il est parti a donc trouvé, dans ses expériences devenues classiques, un solide appui.

M. *Daubrée*, attribuant la formation des filons stannifères à

(1) *Idée générale de l'origine des pierres*, par M. J.-F. Henckel, ouvrage traduit de l'allemand, Paris, 1760, faisant suite à la *Pyrotologie*.

l'action de vapeurs chlorées et fluorées sur l'eau et sur les oxydes, est parvenu à reproduire la cassitérite et plusieurs des minéraux qui l'accompagnent habituellement.

M. *Becquerel* a cherché à réaliser les actions lentes qui ont pu se produire dans les fissures des roches par la rencontre de solutions diverses, ou bien par l'action des solutions sur les combinaisons solides avec ou sans le concours de courants électriques faibles.

MM. *Fouqué* et *Michel Lévy*, se laissant aussi guider par l'observation géologique, sont parvenus à obtenir cristallisés les minéraux des roches volcaniques, et non seulement les minéraux isolés, mais aussi leurs associations, de manière à former de véritables roches, ressemblant à s'y méprendre à celles de la nature.

D'autres savants, se plaçant à un point de vue plus exclusivement chimique, ont cherché et ont réussi à reproduire un grand nombre de minéraux, sans s'inquiéter de savoir si les moyens qu'ils employaient avaient quelque analogie avec ceux qui ont pu être réalisés dans la nature. Les belles synthèses d'*Ebelmen*, faites en volatilisant à haute température un dissolvant tel que l'acide borique, celles de M. *H. Sainte-Claire Deville*, qui a employé les moyens les plus variés pour arriver à des résultats d'un haut intérêt, nous en fournissent des exemples remarquables.

La liste des espèces obtenues dans l'une ou l'autre voie est déjà longue, et l'énumération risquerait d'en être fastidieuse, si nous ne les groupions pas en réunissant celles qui ont été préparées par le même procédé. Nous ferons de la sorte, messieurs, l'histoire résumée des procédés de synthèse, plutôt que celle des produits obtenus. J'espère qu'il vous restera ainsi une impression plus nette de cette conférence, dans laquelle, sans cela, les détails nombreux pourraient vous empêcher d'apercevoir l'ensemble.

Fusion. — Le premier procédé employé et le plus simple est celui de la fusion; il était indiqué tout d'abord par le mode de production des scories qui avaient été examinées par Koch, Hausmann et Mitscherlich et dans lesquelles ces savants avaient trouvé le pyroxène, le péridot ferrifère, la humboldtilithe, le feldspath orthose, la blende, la galène. Il faut remarquer toutefois que plusieurs de ces minéraux, quoiqu'il pût y paraître à première vue, ne sont pas dus à de simples fusions et que quelques-uns n'ont pas pu être reproduits en fondant le mélange de leurs éléments.

Berthier a fait cristalliser le pyroxène en fondant un mélange de silice, de chaux et de magnésie dans les proportions convenables, et la téphroïte avec un mélange de carbonate de manganèse et de silice.

Mitscherlich, en fondant ensemble le soufre et le cuivre, est arrivé non pas à la chalcosine, mais à un minéral ayant la composition de la chalcosine, avec la forme octaédrique.

M. *Gaudin* a obtenu le premier l'alumine cristallisée en fondant cet oxyde au chalumeau oxhydrique.

La fusion peut avoir besoin d'être aidée de la pression, lorsqu'on a affaire à des composés dissociables par la chaleur. C'est ce qui a lieu dans l'expérience classique de *sir James Hall*, qui a fondu le carbonate de chaux sous pression et l'a rendu cristallin. Ce résultat, contesté d'abord par Gustave Rose, à la suite d'essais qui n'avaient pas réussi, a été depuis confirmé par le même savant.

Sous-fusion. — Certaines substances et particulièrement beaucoup de silicates, en se solidifiant après fusion, ont la propriété de former des verres, c'est-à-dire de rester amorphes. MM. *Fouqué* et *Michel Lévy* ont fait voir que beaucoup de ces substances étant maintenues pendant longtemps à une température un peu inférieure à leur point de fusion se transforment en masses cristallines. Ce procédé, qu'on peut appeler *sous-fusion*, leur a fourni les différentes espèces de feldspaths, oligoclase, labradorite, albite, anorthite, le pyroxène, le fer oxydulé, la néphéline, l'amphigène, le spinelle, le grenat.

L'opération se fait en fondant d'abord au chalumeau Schloesing, dans un creuset de platine, le mélange ayant la composition voulue, puis en le transportant sur un bec de Bunsen alimenté d'air par une trompe, et qui donne une température aussi voisine que possible du point de fusion, pendant 24 ou 48 heures. La matière prend, en général, un volume beaucoup plus considérable qu'à l'état vitreux; c'est à peine si l'on aperçoit à la loupe sa nature cristallisée; mais, après qu'on l'a fait tailler en plaques, le microscope montre qu'il y a eu cristallisation par prise en masse et permet de reconnaître les minéraux qui se sont formés.

S'étant placés dans des conditions qui imitent de bien près celles qui ont présidé à la formation des roches éruptives, MM. Fouqué et Michel Lévy sont arrivés à reproduire non seulement les éléments de ces roches, mais les divers mélanges qui constituent les roches elles-mêmes et cela souvent avec toutes leurs particularités de structure et d'enchevêtrement.

Ce ne sont pas les matières vitreuses seules qui prennent une structure cristalline, lorsqu'elles sont portées longtemps à une température élevée; le fait est connu depuis longtemps pour les barres de fer faisant partie d'un massif de fourneau, qui finissent souvent par devenir très cristallines et fragiles. Il semble que, comme dans le cas précédent, les molécules des divers corps, recevant par suite de l'élévation de la température une mobilité partielle, en ont usé pour s'agréger régulièrement suivant les lois de la cristallisation.

Fusion avec un dissolvant. — Il peut arriver que la substance soit trop peu fusible pour se prêter facilement à l'emploi des procédés dont il vient d'être question, ou encore qu'elle soit décomposable à une température inférieure à celle de sa fusion. On réussit souvent à l'obtenir cristallisée en la fondant en présence d'un corps pouvant servir de dissolvant à une température élevée et qui la laisse cristalliser pendant le refroidissement. C'est là un des procédés les plus généraux et les plus féconds.

M. *Gaudin* l'a employé le premier pour obtenir le corindon en cristaux définis et non plus en masses cristallines, comme il l'avait fait par la fusion de l'alumine. Il a soumis à une température élevée dans le creuset brasqué soit l'alun de potasse, soit cet alun avec addition de sulfate de potasse. En reprenant par l'eau la masse saline restante, il a isolé de

petits cristaux nets de corindon, auxquels le sulfure de potassium provenant de la réduction du sulfate avait servi de dissolvant.

M. *Manross* a imaginé un procédé général analogue, propre à fournir un grand nombre de composés salins insolubles dans l'eau, mais solubles à une température élevée dans des chlorures métalliques. C'est ainsi qu'il a obtenu des cristaux d'anglésite, en chauffant dans un creuset un mélange de chlorure de plomb avec une petite quantité de sulfate de chaux ; la barytine a pris naissance par la fusion du chlorure de baryum en présence du sulfate de potasse. La célestine, l'anhydrite, l'apatite, la pyromorphite, la crocoïse, la wulfénite, la schéelite, la schéeletine ont été préparées dans des conditions analogues.

MM. *Geuther* et *Forsberg* ont montré que l'on obtient des cristaux plus grands de plomb tungstaté et de wolfram en ajoutant au mélange de tungstate de soude et de chlorure métallique une certaine quantité de chlorure de sodium.

M. *Forchhammer* déjà s'était servi du chlorure de sodium comme dissolvant pour transformer le phosphate de chaux au rouge en apatite.

Nous pouvons ajouter encore de nombreux exemples de l'emploi de cette méthode, qui est susceptible d'applications très variées.

Elle a fourni à M. *Heintz* la boracite, en petits cristaux tétraédriques ayant les propriétés pyroélectriques du minéral naturel; le mélange soumis à la fusion était formé de chlorures de sodium et de magnésium, de borate de magnésie et d'acide borique.

M. *H. Sainte-Claire Deville*, dont le nom reviendra bien souvent dans cette conférence, à propos des procédés les plus divers, a obtenu la pyrite en jolis petits cristaux cubiques avec les modifications du dodécaèdre pentagonal, en maintenant longtemps en fusion du sulfure de potassium, du protosulfure de fer et un excès de soufre.

La greenockite a pris naissance, entre les mains de M. *Schüler*, par fusion du carbonate de potassium, avec le sulfure de cadmium bien séché et avec un excès de soufre.

MM. *Deville et Troost* ont reproduit la wurtzite et la greenockite par la fusion des sulfates de zinc ou de cadmium avec un mélange de fluorure de calcium et de sulfure de baryum.

MM. *Deville et Caron* ont préparé toute une série d'apatites, et de wagnérites, c'est-à-dire de minéraux isomorphes avec ces deux espèces, en fondant un phosphate avec un mélange de chlorure et de fluorure du même métal.

Ils ont ainsi non seulement reproduit l'apatite qui l'avait été déjà par d'autres procédés, mais obtenu la wagnérite et montré que l'un et l'autre type chimique et cristallin possède plusieurs analogues que la nature n'a pas fournis jusqu'ici, mais qui n'en ont pas moins leur intérêt. La chaux et la strontiane ont donné des apatites ; la magnésie, le fer et le manganèse, des wagnérites.

A M. *Hautefeuille*, la méthode des chlorures a fourni le sphène, qu'il a préparé en fondant de la silice et de l'acide titanique avec du chlorure de calcium, et la vanadinite qui a cristallisé dans le chlorure de plomb auquel on avait ajouté de l'acide vanadique et de l'oxyde de plomb.

Le même savant a réussi récemment à faire des synthèses encore plus intéressantes en employant comme dissolvants le tungstate, le vanadate ou le phosphate de soude. Ces sels ont la propriété, peut-être par suite d'une décomposition partielle, de dissoudre la silice et de la laisser cristalliser par refroidissement. Il se forme ainsi, suivant la température, du quartz cristallisé avec sa forme habituelle, ou de la tridymite. Les mêmes sels dissolvent les éléments des feldspaths orthose et albite et fournissent ces deux corps importants en jolis cristaux.

L'acide titanique cristallise aussi dans le tungstate de soude avec la forme du rutile. Des mélanges d'acide titanique et de silice fournissent des silicotitanates qui ne sont pas connus dans la nature.

Peu après que M. vom Rath eut découvert la tridymite dans les roches trachytiques, *Gustave Rose* était parvenu à l'obtenir par fusion d'un silicate ou de silice avec le phosphate double de soude et d'ammoniaque.

M. *Joly*, en ajoutant les oxydes de fer et de manganèse à du niobate de soude, a reproduit la niobite; avec la chaux, un minéral qui est probablement identique au pyrochlore.

M. *Margottet* a fait cristalliser la proustite et l'argyrythrose en mettant ces substances en poudre fine en présence du soufre à la température d'ébullition de cet élément et en laissant refroidir et réchauffant à plusieurs reprises, puis en chassant le soufre par la distillation.

Le sulfure d'arsenic, avec ou sans addition de soufre, peut également servir de dissolvant pour faire cristalliser la proustite.

Dissolvants aqueux. — Les dissolvants salins nous amènent aux dissolvants aqueux employés à des températures plus ou moins élevées et le plus souvent en vase clos sous pression.

C'est *H. de Senarmont* qui a inauguré cette voie si féconde, se rapprochant si évidemment des conditions souvent réalisées dans la nature. Il plaçait, dans une couche de poussier de charbon, sur le dôme des fours à gaz de l'usine d'Ivry, des tubes de verre vert, scellés à la lampe et renfermant avec les substances qu'il s'agissait de faire cristalliser, soit de l'eau pure, soit plutôt de l'eau chargée d'acide carbonique, ou d'hydrogène sulfuré, ou renfermant une petite quantité d'un sulfure alcalin. Tantôt le mélange était introduit tel quel dans le tube ; tantôt, au contraire, une partie des substances devant réagir était placée dans un petit tube spécial ou dans une ampoule fermée de manière à n'être en contact qu'au moment voulu.

Les solutions très chargées d'hydrogène sulfuré étaient obtenues en introduisant dans les tubes, avant de les fermer, une petite quantité de bisulfure d'hydrogène qui, en se décomposant, fournissait le gaz sulfhydrique. Les températures variaient de 180° à 300° environ et ne dépassaient pas 350°. De Senarmont a obtenu ainsi le quartz, cristallisé en prismes hexagonaux, surmontés de la pyramide hexagonale, par l'action de l'acide chlorhydrique étendu sur la silice gélatineuse; l'hématite en lamelles hexagonales par décomposition

d'une solution de chlorure ferrique; le corindon et le diaspore, d'une manière analogue; la giobertite, la sidérose, la diallogite, la smithsonite, et d'autres carbonates, par l'action du bicarbonate de soude sur des sels de magnésie, de protoxyde de fer, de manganèse, de zinc, etc., le réalgar, la stibine, la bismuthine, la pyrite, l'alabandine, la hauérite, la blende, la chalcosine, la chalcopyrite, le mispickel, la proustite, l'argyrythrose, en employant comme dissolvants l'hydrogène sulfuré ou les sulfures alcalins. On lui doit encore la cristallisation de la cuprine par décomposition de l'acétate de cuivre. Enfin il a complété cette longue série de minéraux des filons, en faisant cristalliser par l'action du bicarbonate de soude ou de l'acide chlorhydrique, toujours en présence de l'eau et à haute température, la barytine, et par celle de l'acide carbonique, la fluorine.

Déjà quelques années auparavant, M. *Wœhler* s'était servi de la méthode des tubes scellés pour faire cristalliser l'apophylliste en la chauffant avec l'eau à 180°.

M. *H. Sainte-Claire Deville* a reproduit la lévyne, ou plutôt un minéral hexagonal analogue à la lévyne, et renfermant la soude et la potasse à la place de la chaux, en mélangeant des solutions de silicate de potasse et d'aluminate de soude et en chauffant en vase clos à 170°. En changeant les proportions et en opérant à 200°, il a obtenu un sable cristallisé ayant la composition d'une christianite de potasse.

Tout récemment, M. *de Schulten* a obtenu de jolis cristaux d'analcime en chauffant une solution de silicate de soude à 180° dans des tubes scellés : c'est la matière de ces derniers qui a fourni l'alumine nécessaire.

Beaucoup d'autres chimistes ont employé avec succès la même méthode.

M. *Debray* a obtenu l'olivénite et la libéthénite en chauffant avec de l'eau l'arséniate et le phosphate tribasique de cuivre, qui perdent dans ces conditions de l'acide phosphorique, pour fournir des sels basiques; l'apatite et la pyromorphite, par l'action de solutions de chlorure de calcium et de plomb sur les phosphates correspondants à 250°; la chalcolithe, en mélangeant les solutions de phosphate de cuivre et d'azotate d'urane; l'atacamite, par la réaction d'une solution de sel marin sur l'azotate basique de cuivre.

M. *Friedel* a obtenu de son côté l'atacamite en même temps que du sesquioxyde de fer en faisant réagir une solution de chlorure ferrique sur du protoxyde de cuivre.

MM. *Friedel* et *Sarasin* ont montré que la libéthénite peut se préparer déjà à la température de l'ébullition. Ils ont reconnu la formation d'autres phosphates ou arseniates. Ils ont également résolu par la synthèse le problème de la composition de la hopéite, en préparant artificiellement ce minéral dans lequel M. Damour avait indiqué la présence du zinc et de l'acide phosphorique.

MM. *Bourgeois* et *Verneuil* ont montré que l'on pouvait reproduire la scorodite en fort jolis cristaux, en dissolvant à 180° du fer métallique dans de l'acide arsénique.

Nous ferons remarquer que, dans plusieurs des cas que nous avons cités et dans d'autres encore, l'eau à haute température agit comme déshydratant; ou plutôt la température élevée détruit l'hydrate, malgré la présence de l'eau : c'est ce qui arrive pour le sulfate de chaux, qui se transforme en anhydrite, pour le perchlorure de fer qui fournit le sesquioxyde anhydre, etc. D'autres fois, l'eau réagit comme base en enlevant une certaine proportion d'acide : c'est ainsi que se forment la libéthénite, l'olivénite, la brochantite.

Au lieu d'opérer dans des tubes de verre, ce qui limite les températures auxquelles on peut monter et ce qui réduit aussi le nombre des substances que l'on peut mettre en présence, on peut se servir de tubes métalliques. M. *Daubrée*, à l'exemple de Senarmont, avait déjà employé des tubes de fer et observé ainsi l'altération profonde produite par l'action de l'eau sur les tubes de verre qu'il enfermait dans ceux de fer, et les produits résultant de cette altération, parmi lesquels il a signalé le quartz et la wollastonite.

MM. *Friedel* et *Sarasin* ont fait construire des tubes en acier garnis intérieurement de cuivre ou de platine, de manière à pouvoir opérer à des températures plus élevées et se servir de dissolutions alcalines. Ils ont pu monter ainsi à des températures dépassant 500° et ont obtenu de jolis cristaux de quartz, des cristaux de tridymite et des silicates cristallisés présentant une grande ressemblance de forme et de propriétés avec le feldspath orthose.

Il importe de remarquer que l'on n'est pas borné, pour la dimension des cristaux, à ce qui se produit du premier jet pour ainsi dire. M. *Deville* a fait l'observation très importante que des variations de température répétées font grossir les cristaux, même ceux qui sont très peu solubles dans l'eau mère qui les entoure. M. Deville, en se servant de liqueurs chlorhydriques et de variations de température bien souvent répétées et allant de la température extérieure à 100°, a transformé en cristaux de grande dimension les minéraux suivants en poudres cristallines ou amorphes : l'acide arsénieux octaédrique, la senarmontite, l'exitèle, le chlorure d'argent.

M. *Debray* a appliqué le même procédé, en se contentant des variations de la température extérieure, et il a vu cristalliser ainsi à la longue les précipités gélatineux ou microcristallins de phosphate ammoniaco-magnésien, de hureaulite, de vivianite.

Dissolvants volatils a haute température. — Nous avons parlé plus haut des dissolvants salins que l'on peut employer à haute température. Ces dissolvants peuvent être volatils; et, au lieu de laisser cristalliser les substances qu'ils ont dissoutes en raison d'une différence de solubilité, celle-ci variant avec la température, ils les laissent déposer sous forme régulière en raison de leur volatilisation lente.

C'est *Ebelmen* qui a le premier employé ce procédé, en se servant comme dissolvants de l'acide borique et du borax, volatilisés lentement, soit dans les fours à porcelaine de Sèvres, soit dans les moufles des fours à boutons de porcelaine, qui restent en feu pendant des mois à la température de fusion du feldspath.

Les principales espèces ainsi reproduites sont : le corindon, le spinelle, coloré en rose par une trace de chrome, ou en bleu par le cobalt, la gahnite, la cymophane, la franklinite, le fer

chromé, le péridot, l'enstatite, le rutile, l'oxyde de nickel, la perowskite, etc.

Ebelmen a parfois employé des réactions chimiques se produisant à haute température : c'est ainsi qu'avec un mélange de magnésie, d'acide borique et de marbre, il a obtenu la magnésie cristallisée ou périclase, la chaux décomposant le borate de magnésie formé d'abord.

MM. *Fremy* et *Feil* ont préparé, par une méthode fondée sur le même principe, le corindon en grandes masses cristallisées. Ayant préparé des aluminates et particulièrement celui de plomb, et les ayant chauffés pendant un temps assez long dans un creuset, ils ont obtenu deux couches, l'une vitreuse, formée de silicate de plomb, et l'autre cristallisée, formée d'alumine.

DIFFUSION AVEC OU SANS L'AIDE DES COURANTS ÉLECTRIQUES. — La rencontre lente de deux substances pouvant agir l'une sur l'autre, avec ou sans le concours de l'électricité, peut donner lieu à la formation de cristaux, et cela dans des conditions qui rappellent de très près celles qui sont souvent réalisées dans la nature. En effet, les roches sont fréquemment pénétrées de fissures qui les rendent pénétrables aux liquides ; même celles qui paraissent compactes présentent un degré plus ou moins grand de porosité, et des solutions capables de réagir entre elles peuvent s'y rencontrer. C'est à *Becquerel* que l'on doit d'avoir expérimenté dans ces conditions, avec succès, en employant soit deux liquides différents, soit un liquide réagissant lentement sur un solide.

Lorsqu'il opérait avec deux liquides, l'un d'eux était contenu dans un vase fêlé, ou clos à l'aide d'une matière poreuse plongeant dans le vase renfermant l'autre liquide. Dans ces conditions, il se produit parfois des courants électriques qui réduisent les métaux : le sulfure de potassium, réagissant sur le sulfate de cuivre, fournit à la fois du sulfure de cuivre et du cuivre métallique.

Parmi les produits qu'il a obtenus, nous citerons seulement le chlorure d'argent qui cristallise sur une lame d'argent plongée pendant longtemps dans l'acide chlorhydrique et en contact avec un morceau de charbon ; l'oxydule de cuivre, par l'action du sulfate de cuivre sur la galène ; l'argyrose, l'anglésite, la cérusite, la calcite, la galène (action du carbonate de soude sur le gypse), la malachite (carbonate de soude et azotate basique de cuivre), l'aragonite (bicarbonate de soude et gypse), etc.

Haidinger a montré qu'il se produit de la dolomie, et en même temps du gypse, par l'action du sulfate de magnésie sur le carbonate de chaux.

M. *Marignac* a réalisé la même transformation sur le calcaire au moyen du chlorure de magnésium.

RÉACTIONS DES VAPEURS ET DES GAZ ENTRE EUX OU SUR LES SOLIDES. — C'est à *Gay-Lussac* qu'est due l'expérience classique dans laquelle on obtient le fer oligiste en jolis cristaux spéculaires par l'action de la vapeur d'eau à haute température sur le chlorure ferrique.

M. *Daubrée,* persuadé que les chlorures (ou fluorures) doivent avoir joué un rôle important dans la formation des filons stannifères, a réussi à reproduire la cassitérite cristallisée et le rutile en faisant passer dans des tubes de porcelaine chauffés au rouge de la vapeur d'eau en même temps que les chlorures d'étain et de titane.

Par la réaction des mêmes chlorures, du chlorure de magnésium et du protochlorure de phosphore, sur divers oxydes, la chaux, l'alumine, l'oxyde ferrique, il a obtenu également la cassitérite, l'apatite, la périclase, le corindon, le fer oligiste.

M. *Hautefeuille* a étudié d'une manière approfondie la réaction des chlorures et fluorure de titane sur la vapeur d'eau, et montré que, suivant la température, on peut obtenir l'une ou l'autre des trois espèces d'acide titanique. La perowskite a été reproduite par l'action d'un courant lent d'acide carbonique humide, ou d'air chargé d'eau et d'acide chlorhydrique sur un mélange d'acide titanique, de silice et de chlorure de calcium porté au rouge vif. L'enstatite a cristallisé au sein du chlorure de magnésium chauffé à haute température avec de la silice, par l'action lente de la vapeur d'eau.

M. *Debray,* en faisant passer un courant d'acide chlorhydrique sur des mélanges de chaux et d'acide tungstique, d'oxyde de fer et du même acide, de phosphate de chaux, d'alumine, a fait cristalliser la schéelite, le wolfram, l'apatite, le corindon. L'acide phosphorique est, dans ces conditions, si complètement transformé en apatite, que M. Debray a indiqué cette transformation comme méthode de dosage du phosphore.

Durocher, en faisant agir un courant d'hydrogène sulfuré, dans un tube chauffé au rouge sur divers oxydes ou chlorures métalliques, a obtenu la pyrrhotine, la *blende*, la galène, la chalcosine, la stibine, la panabase, l'argyrythrose. Il faut remarquer seulement que la réaction ayant été produite souvent à une température supérieure à celle de la fusion des minéraux qui devaient prendre naissance, plusieurs ont été obtenus non sous forme de cristaux, mais à l'état compact. Leur formation n'en méritait pas moins d'être signalée ; il est probable d'ailleurs qu'en modérant la température, il serait possible d'arriver à faire cristalliser tous ces produits.

MM. *H. Deville* et *Caron* se sont également servi de l'action d'une vapeur sur un corps solide, ou de deux vapeurs l'une sur l'autre en opérant, non plus dans des tubes, mais dans des creusets ; les vapeurs employées étaient celles de corps qui ne se volatilisent qu'à haute température.

C'est ainsi qu'ils ont reproduit le corindon en jolis cristaux et houppes cristallisées, par la réaction réciproque du fluorure d'aluminium et de l'acide borique. Une trace de chrome ajoutée au produit lui a communiqué les colorations rouge, bleue et même parfois verte que l'on rencontre surtout dans le corindon naturel.

La gahnite a été obtenue par l'action du fluorure d'aluminium sur l'oxyde de zinc ; la cymophane, en jolis cristaux dont les macles rappellent entièrement celles des échantillons du Brésil, par celle du fluorure d'aluminium sur la glucine.

Le fer oxydulé a cristallisé dans des conditions analogues.

M. *Dumas,* dans son beau mémoire sur les équivalents des corps simples, a montré que l'on pouvait former du sulfure d'argent cristallisé par l'action de la vapeur de soufre sur l'argent métallique.

M. *Margottet* a employé le même procédé en mélangeant la vapeur de soufre d'azote et même d'une petite quantité d'hydrogène. Pour obtenir de beaux cristaux, il faut que l'action soit très lente. Il a préparé de la sorte l'argyrose, le séléniure d'argent, la hessite, les composés correspondants du cuivre, des sulfures et séléniures doubles, des tellurures d'or et des tellurures doubles d'or et d'argent. Ces derniers ont été préparés dans des tubes clos, dans lesquels on a fait le vide et qui ont été soumis à la température d'ébullition du soufre, à laquelle le tellure se volatilise lentement et réagit sur les lames d'or et d'argent ou d'alliages. Le tellurure de mercure se prépare aussi par réaction des vapeurs vers 800°.

M. *Stanislas Meunier* a cherché à imiter les conditions qui ont pu présider à la formation de certains minéraux contenus dans les météorites. Il a mis en présence du magnésium en vapeur avec les vapeurs de chlorure de silicium et d'eau et a obtenu de la sorte une poudre blanche présentant les caractères de l'enstatite. Le chlorure d'aluminium remplaçant le chlorure de silicium, on obtient le spinelle et le corindon. Le chlorure d'aluminium seul avec la vapeur d'eau fournit facilement le corindon.

MM. *Friedel et Guérin* ont fait cristalliser l'acide titanique sous la forme du rutile faisant passer à haute température un courant de chlorure de titane sur du fer titané, sur du fer oxydulé, sur du fer carbonaté. Le fer se volatilise entièrement à l'état de chlorure et l'oxygène est pris par le titane qui forme de petits cristaux brillants.

Action des agents minéralisateurs. — Il ne nous reste plus à parler que d'un procédé fort intéressant dû à M. H. Sainte-Claire Deville et dans lequel sont mis en œuvre des agents qui interviennent uniquement pour transformer un corps amorphe en cristaux, les agents eux-mêmes se retrouvant intacts ou sensiblement tels à la fin de la réaction. Ce sont des actions de présence qui, comme toutes les autres, s'expliquent par une série de réactions inverses, dans lesquelles l'agent intervient pour en ressortir tel quel. M. Deville a donné aux corps qui se comportent ainsi et dont la fonction réelle est de rendre momentanément volatil un corps fixe par lui-même le nom d'agents minéralisateurs.

La description d'une expérience fera mieux comprendre la manière dont ces agents fonctionnent.

M. Deville a rempli un tube de porcelaine de couches alternatives de silice et d'alumine, ou de silice et de zircone, ou encore de silice et d'oxyde de zinc, et placé le tube dans un fourneau chauffé à haute température. Il y avait donc là de quoi faire du silicate d'alumine, du silicate de zircone, du silicate de zinc. Mais les corps en présence sont fixes et ne peuvent réagir les uns sur les autres aux températures du fourneau. En faisant passer dans le tube du fluorure de silicium, on rend, au contraire, les composés mobiles pour ainsi dire et aptes à réagir. Le fluorure de silicium réagit sur la première couche d'alumine, de zircone ou d'oxyde de zinc qu'il rencontre et se transforme en silicate d'alumine, de zircone, de zinc, avec production de fluorures d'aluminium, de zirconium, de zinc, qui eux, à leur tour, rencontrant une couche de silice, réagissent sur celle-ci avec production de silicate et de fluorure de silicium. Ces transformations se répéteront autant de fois qu'il y aura de couches alternatives de silice et d'oxyde et si la dernière est formée de silice, il sortira du tube autant de fluorure de silicium qu'il en est entré. On pourra donc dire que celui-ci n'aura agi que par sa présence et qu'il aura servi à transporter les deux corps fixes l'un sur l'autre pour leur permettre de se combiner. En continuant l'opération assez longtemps et avec des proportions convenables de matières, M. Deville est parvenu à transformer tout le contenu du tube en silicate d'alumine, en zircone, en willémite.

L'acide chlorhydrique est lui aussi un agent minéralisateur très actif. Son passage lent dans un tube chauffé renfermant du sesquioxyde de fer anhydre transforme celui-ci en fer spéculaire, évidemment par la production momentanée de chlorure ferrique, qui est à son tour décomposé par l'eau résultant de la réaction. L'action de l'acide chlorhydrique gazeux sur des roches ferrugineuses analogues aux laves donne de même du fer oligiste ressemblant tout à fait à celui des volcans et cette expérience fournit une explication bien probable de la production du fer spéculaire naturel.

Le bioyde d'étain, l'acide titanique, l'oxyde magnétique de fer, l'oxyde rouge de manganèse, la magnésie cristallisent également sous l'influence d'un courant d'acide chlorhydrique et donnent la cassitérite, le rutile, la magnétite, la hausmannite, la périclase. Avec un mélange de magnésie et de sesquioxyde de fer, on obtient le magnésio-ferrite.

L'hydrogène, de son côté, peut agir sur certains sulfures fixes et les volatiliser pour ainsi dire. M. Deville a montré que le sulfure de zinc, par exemple, peut être volatilisé et cristallisé dans un courant d'hydrogène, ce qui a lieu évidemment par réduction du sulfure en métal volatil, qui est lui-même sulfuré un peu plus loin par l'hydrogène sulfuré produit dans la réaction. M. Sidot, en employant le procédé de M. Deville, a préparé des cristaux de wurtzite assez nets pour fournir des mesures excellentes, et assez transparents pour permettre d'observer les caractères optiques, ce qui n'avait pas pu être fait sur les cristaux naturels qui sont à peu près opaques. La cristallisation du séléniure de plomb, réalisée par M. Margottet, semble devoir s'expliquer de même.

M. *Hautefeuille* a fait voir que l'acide fluorhydrique peut également fonctionner comme agent minéralisateur et il a réussi à faire cristalliser l'alumine par son intervention.

Nous voici, messieurs, au bout de cette longue énumération, que j'aurais dû allonger encore, si j'avais voulu vous nommer toutes les espèces minérales qui ont été reproduites dans les laboratoires, mais dans laquelle j'ai préféré attirer votre attention sur les méthodes employées. Celles-ci sont bien diverses ; il ne semble pas probable qu'on en trouve qui soient fondées sur des principes essentiellement différents. Mais on ne leur a pas demandé encore tout ce qu'elles peuvent donner et bien des modifications peuvent y être introduites, qui permettront certainement de compléter la liste des minéraux naturels reproduits, et d'y ajouter d'autres composés chimiques, qui, pour n'avoir pas été rencontrés jusqu'ici dans la nature, n'en auront pas moins d'intérêt par

leur analogie avec les composés naturels, et en venant remplir des places vacantes dans les séries que forment ces composés.

C'est une tâche que nous pouvons recommander aux jeunes chimistes ; vous avez pu voir par notre exposé combien grande a été la part des savants français dans la reproduction des espèces minérales. Permettez-moi d'exprimer l'espoir qu'elle ne sera pas moindre dans ce qui reste encore à faire.

FRIEDEL,
Membre de l'Institut.

MÉDECINE

ASSOCIATION FRANÇAISE POUR L'AVANCEMENT DES SCIENCES

CONGRÈS DE REIMS

Section des sciences médicales.

Président : M. *Denucé* (de Bordeaux). — Vice-présidents : *Parrot, Rochard* (de Paris), *Gailliet, Henri Henrot* (de Reims). — Secrétaires : *Bulteau, Habran* (de Reims), *François-Franck* et *Petit* (L.-H.), de Paris.

Séance du 13 *août* 1880.

Sur un cas remarquable de purpura, par M. P. Landowski. — Le sujet de l'observation présentait des accidents rhumatismaux depuis quelques années. Il y a quelques mois, il fut pris entre deux voitures et eut une frayeur telle qu'il perdit connaissance. On ne trouva pas trace de traumatisme sur le corps ; pas d'ecchymose à la suite. Deux mois après, on observe une légère écorchure à la verge, non d'origine vénérienne ; puis apparaît une sorte de scorbut des gencives, des plaques de purpura sur divers points du corps ; œdème du scrotum et du pénis, qui se sphacèle en partie ; on fait de larges débridements ; traitement tonique ; les plaques de purpura s'étendent ; fièvre modérée ; adynamie générale ; eschares de diverses régions ; enfin, sous l'influence du traitement tonique, l'état général et local s'améliore ; mais le malade n'est pas encore actuellement guéri. L'auteur pense qu'il s'agit d'un cas de purpura d'origine émotive.

M. Quinquaud, qui a vu le malade, pense que, dans la compression du sujet par les voitures, il y a eu une lésion nerveuse, probablement des nerfs lombo-abdominaux, et il se pourrait que le purpura fût d'origine nervo-traumatique.

Traitement des phtisiques en Algérie, par M. E. Landowski (d'Alger). — L'auteur attribue la grande efficacité du climat d'Alger, dans le traitement des affections pulmonaires, surtout à la stabilité barométrique et thermométrique, à l'égalité et à la douceur du climat. Ces qualités permettent au malade de rester en plein air presque toute la journée, et elles se sont maintenues même pendant l'hiver dernier, si rigoureux en Europe.

Le climat d'Alger, étant intermédiaire entre un climat sec et excitant, et un climat humide et sédatif, convient parfaitement à la forme érétique et à la forme torpide de la phtisie. — M. Landowski cite seize observations à l'appui de cette opinion.

Note sur les modifications de la qualité de l'hémoglobine, par M. Quinquaud. — L'auteur signale certaines lésions qui affectent la qualité de la matière active des globules sanguins. Au point de vue pathologique, l'hémoglobine peut être : 1° *active,* c'est-à-dire absorber l'oxygène ; 2° *inactive,* c'est-à-dire ne pas absorber ce gaz dans les vaisseaux, mais se laisser oxyder au contact de l'air ; 3° *inerte,* c'est-à-dire n'absorber en aucune circonstance ; 4° *dissoute,* c'est-à-dire ayant quitté le globule pour se répandre dans le plasma et de là hors du vaisseau.

Les expériences de l'auteur lui ont permis de formuler les lois suivantes :

1° A l'état physiologique, dans les vaisseaux sanguins, une petite quantité d'hémoglobine est inactive ;

2° Pendant la fièvre, la partie inactive absorbe l'oxygène, devient active dans le torrent circulatoire ;

3° Dans certaines maladies, l'hémoglobine devient inerte ; il en est ainsi à la dernière période de la variole confluente, du croup, du choléra, de la péritonite, du puerpérisme infectieux suraigu ; dans ces cas, les malades succombent avec de la cyanose, et avec le facies de l'asphyxie dite blanche, l'hémoglobine absorbe beaucoup moins ; une grande partie devient inactive, puis inerte ;

4° L'hémoglobine peut s'altérer à un si haut degré qu'elle quitte le globule sanguin, se dissout et transsude facilement hors des vaisseaux sanguins. C'est ce qui se produit dans les maladies à grandes hémorrhagies : variole, scorbut, etc.

La cause principale de la dissolution de cette matière active des globules paraît, d'après les analyses, résider surtout dans les lésions de minéralisation des globules et du plasma sanguin ; dans ces cas, les albuminoïdes corpusculaires et plasmatiques sont aussi altérés.

Le pronostic peut donc être assis sur des bases certaines ; lorsque l'hémoglobine inerte s'élève à 5, 10, 15, 20 et 40 gr., la mort est la règle et la guérison l'exception.

Ces résultats ont été obtenus par une méthode de dosage par l'hydrosulfite de soude et à la décolorimétrie.

Présentation d'un pessaire contre la rétroflexion, par M. Courty. — A la suite d'une série d'essais, M. Courty s'est arrêté à une forme de pessaire dans laquelle la portion postérieure est réfléchie en avant et soutient le col de l'utérus. M. Courty conseille, pour obtenir momentanément la réduction, le moyen suivant : faire placer la femme dans la position genu-pectorale et écarter avec un petit speculum les deux parois antérieure et postérieure du vagin. Aussitôt que l'air pénètre dans les culs-de-sac vaginaux, la rétroflexion se produit et reste telle, quoique la malade se couche sur le dos. Dès que la réduction est obtenue, soit par ce moyen, soit par l'introduction de l'hystéromètre, on peut appliquer le pessaire.

Traitement résolutif des myomes et des fibroïdes de l'utérus, par M. Courty. — Ce traitement se compose d'une série de moyens dont les uns sont généraux (toniques, altérants, iodure et bromure de potassium), et les autres sont plus particulièrement en rapport avec l'affection utérine. M. Courty s'est arrêté aux moyens suivants, qui constituent sa méthode : 1° injections, à une température aussi élevée que la malade peut la supporter (45° environ), d'eau additionnée de 25 grammes d'acide phénique par litre ; c'est un excellent moyen anticongestif et antihémorrhagique ; 2° injections sous-cutanées d'ergotine ; 3° action électrolytique du courant continu appliqué par intermittences réglées avec un métronome. —

M. Courty est d'avis qu'on peut sûrement, par ces moyens, obtenir de bons effets dans le traitement des fibro-myomes utérins.

M. Verneuil pense qu'on ne peut tirer un bon parti de ce mode de traitement que dans le tiers des cas environ. Excellent dans les cas de fibrome à forme congestive, il ne produit aucun effet dans les fibromes anciens et très durs. Dans des cas où l'on observe des hémorrhagies graves et où l'on constate à la périphérie de la tumeur un ou deux points douloureux correspondant aux ovaires, les injections sous-cutanées de morphine calment la douleur et arrêtent en même temps l'hémorrhagie.

M. Courty pense en effet qu'on ne peut obtenir la guérison dans tous les cas, mais que sa méthode procure dans presque tous un soulagement réel et considérable.

Sur les hydropisies et les accidents rénaux dans la convalescence de la variole, par M. Leudet. — Dans une épidémie de variole, quatre malades ont présenté des accidents inaccoutumés : deux cas d'anasarque sans albuminurie, un cas d'anasarque avec albuminurie; enfin, dans un cas, anasarque suivie d'urémie et terminée par la mort subite.

M. Leudet résume son travail dans les conclusions suivantes :

1° La variole, la rougeole, la fièvre typhoïde peuvent présenter dans leur convalescence des hydropisies, des albuminuries, des néphrites; 2° les complications, assez rares par elles-mêmes et relativement aux diverses maladies, se montrent plus spécialement dans certaines épidémies; 3° d'autres complications, comme le gonflement de la rate, du foie et des ganglions lymphatiques, se montrent quelquefois dans la convalescence de la fièvre typhoïde, plus rarement de la rougeole; 4° ces accidents se rencontrent plus spécialement dans certaines épidémies; 5° le caractère propre à certaines épidémies de variole, de rougeole, de fièvre typhoïde, tend donc à provoquer dans la convalescence de ces maladies certaines complications plus rares dans leur forme sporadique.

M. Parrot demande comment on peut expliquer l'anasarque sans albuminurie.

M. Potain répond que souvent on observe l'une sans l'autre et qu'il est porté à croire à l'indépendance de l'anasarque par rapport à l'albuminurie. Il a observé, à la suite de traumatismes localisés à la région rénale d'un côté, des cas d'anasarque limitée au même côté du corps. Dans ces cas, il y avait albuminurie; mais, en raison de la localisation unilatérale de l'anasarque, on ne peut admettre l'influence de l'albuminurie sur elle, sans quoi l'anasarque eût été générale. Dans un cas récent, M. Potain a vu l'anasarque sans albuminurie. Il pense que c'est par l'intermédiaire du système nerveux que ces œdèmes localisés se produisent; mais le mécanisme de cette influence nerveuse lui reste inconnu.

M. Verneuil a signalé, il y a longtemps, à la suite d'une épidémie de dysenterie, quatre ou cinq cas d'hydarthrose; Huette a publié un travail sur ce sujet.

A propos de la communication de M. Potain, M. Verneuil émet cette opinion que la chirurgie fournira souvent à l'étiologie les notions les plus précises parce qu'alors le point de départ des affections, le traumatisme, est bien connu.

Dans le cas actuel, M. Verneuil rappelle qu'il a vu des albuminuries sans anasarque, mais parce que les malades atteints de contusion du rein, par exemple, quittaient l'hôpital au bout d'une quinzaine de jours, alors qu'ils étaient guéris de leur contusion; mais rien ne dit que l'anasarque n'est pas survenue plus tard, comme dans les cas de M. Potain. Il cite encore le cas d'un abcès sans périostique suivi d'anasarque, puis d'albuminurie, confirmant ainsi ce qu'il vient de dire.

M. Parrot ajoute une observation qui peut établir l'indépendance de l'anasarque et de l'albuminurie : un grand nombre d'enfants diphthéritiques offraient une albuminurie considérable sans présenter aucune trace d'anasarque.

M. Potain pense qu'il faut une circonstance additionnelle pour que les lésions traumatiques du rein se compliquent comme il a été dit; les sujets dont il a parlé lui paraissent être des rhumatisants; le traumatisme se serait donc associé au rhumatisme pour déterminer ces œdèmes sans albuminurie. M. Verneuil pense qu'il doit en être ainsi.

M. Henrot est d'avis qu'on peut faire intervenir d'autres causes que le rhumatisme pour expliquer ces phénomènes; il soigne en ce moment deux sujets qui sont sous l'influence d'une diathèse syphilitique ou scrofuleuse et présentent des accidents unilatéraux. Pour lui, c'est un trouble du système nerveux qui est commun à ces différents cas, mais dont la nature reste à déterminer.

Traitement du tremblement par les bains galvaniques, par M. Constantin Paul. — L'auteur se sert des extra-courants fournis par une bobine traversée par le courant de la pile, interrompu lui-même par un trembleur. Les fils excitateurs plongent dans l'eau d'une baignoire isolée et aboutissant à deux plaques de charbon de cornue; l'une de ces plaques est placée du côté des pieds, l'autre en arrière du dos du malade; quand celui-ci touche les deux plaques, il reçoit les courants à leur maximum d'intensité; s'il écarte les pieds de la plaque de charbon, il diminue l'intensité des courants qu'il reçoit dans la mesure de l'éloignement.

Pour la guérison du tremblement mercuriel, il faut en moyenne 20 à 26 bains; pour le tremblement alcoolique, 6 à 7 suffisent. On a obtenu encore la guérison du tremblement de la sclérose en plaques, de la paralysie agitante, de la chorée, etc.

Sur les rapports pathologiques entre l'œil et l'oreille. — M. Dransart établit qu'il existe, entre l'œil et l'oreille, des rapports pathologiques de nature réflexe; ces rapports, qui se font par l'intermédiaire du trijumeau, sont tels, qu'une plaie de l'œil peut entraîner la surdité, et qu'une opération pratiquée sur l'œil peut améliorer une surdité déjà existante. Cette action de l'œil sur l'oreille, qui paraît capable de produire une sorte de surdité réflexe et d'améliorer la surdité quand elle existe, semble devoir se produire de préférence sur certains terrains pathologiques tels que la syphilis, l'alcoolisme. le lymphatisme et la scrofule.

M. François-Franck se demande si l'on est en droit d'attribuer au trijumeau les troubles auditifs observés par M. Dransart.

Il ne voit pas quelle peut être l'action du trijumeau sur l'appareil nerveux de l'audition; il croit préférable d'invoquer, sans préciser autrement, l'influence du système nerveux se manifestant surtout par une suspension fonctionnelle de l'appareil nerveux auditif.

Sur un cas d'ataxie locomotrice d'origine syphilitique, par M. Estorc. — Cette observation est relative à un malade qui, atteint de syphilis il y a une douzaine d'années, présenta des phénomènes d'ataxie locomotrice. Voici les lésions des centres nerveux trouvés à l'autopsie.

Congestion veineuse très intense des méninges rachi-

diennes; elle commence à la région dorsale et va en s'accentuant jusqu'à l'extrémité inférieure de la moelle. La pie mère est épaissie et adhérente à la substance nerveuse; elle comble le sillon postérieur. A l'œil nu, les cordons postérieurs ont une couleur grise et une transparence spéciale, appréciable surtout sur une coupe transversale. Elles augmentent par le lavage. A la région dorso-lombaire, toute la partie comprise entre les cornes postérieures des deux côtés est sclérosée; au niveau du renflement brachial et à la région cervicale, les cordons de Goll seuls sont atteints et une zone blanche s'étend de chaque côté entre la partie grise malade et les racines postérieures. Au bulbe, on trouve une teinte grise de la face postérieure; elle part de la moelle et s'élève jusqu'à l'évasement du plancher du quatrième ventricule. Au cerveau, dans chaque hémisphère, la substance corticale est ramollie et adhérente aux méninges, au niveau de la face convexe et de la face interne des lobes cérébraux.

Séance du 14 août.

Sur le traitement chirurgical des hypertrophies de la prostate. — M. Lefèvre (de Louvain) présente deux instruments dont l'un se compose de deux branches analogues à des cathéters. L'une des branches est introduite dans l'urèthre et presse par sa face convexe, courbe, la prostate; l'autre est introduite dans le rectum. Ces deux branches s'articulent à la manière d'un forceps en avant du gland. On peut graduer à volonté la compression de la prostate. L'autre instrument est une sonde dont l'auteur se sert habituellement pour le cathétérisme de la vessie. Il se compose d'une tige très fine de 3 millimètres de diamètre, terminée par une olive creuse munie de deux orifices, et capable de contenir l'huile qui sert à graisser le canal pendant son introduction.

Le sens de la lumière et le sens des couleurs. — Si au point de vue physique la couleur blanche est composée par le mélange de plusieurs couleurs simples, il n'en est pas de même au point de vue physiologique. La sensation de blanc est une sensation simple, tandis que la notion de couleur est le résultat d'une fonction différente et plus complexe. En un mot, il existe un sens de la lumière distinct du sens des couleurs. Ce fait a pu être démontré par une série d'expériences faites au moyen de l'appareil graduateur de la lumière que Charpentier a présenté à la Société de biologie en février 1877.

Sur un nouveau mode de traitement des rétrécissements du rectum. — Il existe une variété de rétrécissements consécutifs à la cautérisation du rectum, chez l'enfant, pour traiter les chutes de cet organe. Ils sont durs, étroits, peu épais, situés à 4 centimètres environ de l'anus. Le nouveau procédé consiste à passer une anse de fil à l'aide d'une aiguille introduite de dehors en dedans, à travers les tissus au-dessus du rétrécissement; cette aiguille, fixée sur un manche, se pique, en arrivant dans l'intestin, sur une toile garnissant un anneau à tige introduit par l'anus dans le rectum; on retire cette tige et avec elle l'aiguille qui s'y est fixée. On substitue un fil en caoutchouc au fil simple et on le serre; le rétrécissement est ainsi sectionné en peu de temps; on peut placer de cette façon deux fils en face l'un de l'autre.

Traitement des abcès chauds par le pansement de Lister. — M. Trélat incise largement la tumeur au bistouri, lave la cavité avec une solution à 5 pour 100 et applique ensuite le pansement listérien. On renouvelle ce pansement au bout de 24 heures, puis au bout de deux jours; après trois ou quatre pansements, vers le sixième ou huitième jour, en général, l'abcès est cicatrisé.

A l'appui de cette communication, M. Rochard fait connaître la pratique d'un chirurgien de la marine anglaise de Shanghaï, dans le traitement des abcès du foie. Dès qu'il trouve chez un malade une douleur de l'épaule, une augmentation de la matité du foie, des troubles digestifs, un mouvement fébrile le soir, il soupçonne la présence d'un abcès de l'organe; il fait alors avec une aiguille de Dieulafoy, du volume d'un trocart à hydrocèle, une, deux, ou trois ponctions exploratrices, jusqu'à ce qu'on ait trouvé le foyer purulent. Si on ne le trouve pas, et si les accidents continuent, on recommence au bout d'une huitaine de jours. Dès que le foyer est trouvé, on fait alors, avec toutes les précautions indiquées par Lister, une large incision du foyer, en se guidant sur le trocart; on lave le foyer, et on applique le pansement antiseptique en mettant dans l'abcès un gros tube à drainage. La mortalité, si grande par les moyens thérapeutiques usités généralement, a considérablement diminué par le procédé indiqué par M. Rochard.

M. Nicaise traite les abcès chauds par l'incision au milieu du nuage phéniqué, lave la cavité avec une solution antiseptique et applique un cataplasme imbibé d'huile phéniquée. Lorsque le pus est devenu séreux, M. Nicaise applique alors le pansement de Lister.

Il employa d'abord une solution d'acide phénique au 100°, puis au 50°, puis au 20°; actuellement il se sert soit d'une solution au 50°, soit d'une solution d'acide borique à 3 pour 100.

Il cite un cas d'abcès pelvien consécutif au puerpérisme et traité par l'incision et les lavages répétés avec une solution d'acide borique. La malade, qu'il considérait comme perdue, guérit parfaitement; en outre, comme traitement général, il avait fait usage dans ce cas d'injections sous-cutanées d'huile de phène et de créosote mélangées à parties égales. Il considère l'acide borique comme une substance antiseptique aussi puissante que l'acide phénique.

Syphilis dentaire, par M. Parrot. — Cette affection, qualifiée du nom d'érosion par Fauchard, au siècle dernier, n'a été bien étudiée que depuis une vingtaine d'années. Hutchinson, en 1858, attira l'attention sur elle; il indiqua bien un rapport entre l'érosion et la syphilis, mais l'auteur croyait la lésion causée par le traitement mercuriel. Les altérations prédominent dans l'émail et revêtent deux formes : dans l'une, le revêtement de la denture est incomplet et l'ivoire est à nu dans certains cas; dans l'autre, l'émail est friable, mat, plâtreux, peu adhérent, quelquefois craquelé. La dentine est également altérée par amincissement, comme M. Magitot l'a constaté au microscope, et Steinberger a pu voir que le développement de l'ivoire avait également souffert. Les deux dentitions sont atteintes : cependant on n'admet pas généralement les altérations de la première parce qu'on les a peu vues, les dents tombant très vite. Ces altérations se manifestent d'une manière systématique. Dans la première dentition, les dents s'altèrent dans l'ordre suivant : canine, deuxième prémolaire, première prémolaire; rarement les incisives médianes. Dans la deuxième dentition, qui a servi de type à toutes les descriptions, la systématisation est nette et suit un ordre constant : premières molaires définitives, incisives médianes, latérales, puis canines; les deuxièmes et troisièmes molaires ne sont que rarement atteintes. La hauteur de la lésion, qui

est parfois de 6 à 7 millimètres, est d'une importance capitale, car elle indique la longue durée de la cause.

Au point de vue clinique, la lésion n'existe vierge que dans l'alvéole; dès que la dent est sortie, elle est modifiée par des actions physiques (chocs, frottements) ou des actions chimiques (salive, matières introduites). On observe une lésion remarquable dans la première dentition, c'est la forme en hache que prennent les incisives supérieures, et causée par l'absence de l'émail à la partie inférieure de la dent. Une des conséquences les plus ordinaires de cette absence d'émail est la carie constante, mais à des degrés divers; elle est quelquefois si considérable que les mâchoires sont complètement privées de dents; il y a à cela deux causes, la maladie des dents et la maladie des maxillaires.

L'étiologie de cette affection est le point important de la communication de M. Parrot. On a invoqué successivement les pyrexies de l'enfance, la scrofule, le rachitisme; M. Magitot attribue l'érosion dentaire aux convulsions de l'enfance et spécialement à l'éclampsie. Cet ordre d'idées a été généralement adopté, et M. Quinet a pu avancer dans sa thèse qu'il n'y avait pas de dents syphilitiques, mais des dents éclamptiques. M. Parrot réfute ces différentes étiologies. Les pyrexies de l'enfance surviennent à un âge où la lésion dentaire est déjà avancée. Le rachitisme n'étant pour M. Parrot qu'une phase de l'évolution de la syphilis héréditaire, il n'y a donc pas à le discuter comme influence étiologique; quant aux convulsions, on ne peut admettre leur action à cause de la hauteur de la lésion; M. Parrot a calculé que pour faire une lésion de 7 millimètres il faudrait 21 mois de convulsions, ou bien environ 43 200 accès, pendant un mois, pour former une lésion d'un millimètre. Cette hypothèse n'expliquerait pas d'ailleurs la systématisation de la lésion.

M. Parrot donne ensuite les raisons qui lui font admettre la syphilis héréditaire comme cause générale unique de l'érosion dentaire. On retrouve chez les sujets qui présentent cette lésion les modifications de la forme du crâne, les taches aux lieux d'élection, les altérations spéciales des maxillaires. Les maxillaires les plus profondément atteints, présentant le plus grand nombre d'ostéophytes sous-periostiques, sont aussi ceux qui contiennent les dents les plus gravement lésées; il y a un rapport évident entre les lésions osseuses et les troubles nutritifs de la dent en évolution. La syphilis héréditaire évolue depuis le sixième ou septième mois de la vie intra-utérine et se continue jusqu'à la quatrième année. Cette évolution coïncide précisément avec l'époque à laquelle la dent se coiffe de dentine et d'émail. Si les dernières molaires ne sont pas prises, c'est que la syphilis a terminé son évolution quand elles se forment.

Au point de vue de l'application pratique, cette détermination de l'étiologie de l'érosion dentaire a la plus grande importance; on peut faire ainsi les diagnostics posthumes les plus certains. D'autre part, deux observations de M. Horteloup prouvent que la syphilis héréditaire ne préserve pas d'une contagion de la syphilis. Au point de vue de l'anthropologie, ces faits présentent aussi un intérêt spécial; ils apportent un argument nouveau en faveur de l'ancienneté de la syphilis; on a trouvé, en effet, sur des crânes préhistoriques, des dents qui présentent l'altération spéciale.

M. Magitot défend l'opinion qu'il a émise au sujet des rapports entre l'érosion dentaire et l'éclampsie infantile. Il rappelle qu'il a défini *l'érosion* « un sillon net, transversal, simple ou multiple, occupant une hauteur différente suivant l'âge auquel la lésion s'est produite ». Il faut, dit-il, pour déterminer un sillon brusque et tranché, une influence agissant brusquement. Il accorde volontiers que l'attaque elle-même, en tant que période convulsive, durerait un temps insuffisant pour produire un sillon; mais il admet que la cause générale, la perturbation nerveuse qui provoque l'attaque, agit avant et continue d'agir après celle-ci; elle peut ainsi produire des troubles nutritifs dont la lésion dentaire est l'un des résultats.

M. Gayet (de Lyon) a observé un certain nombre de kératites parenchymateuses d'origine syphilitique; 8 fois sur 10, ces affections ont coïncidé avec les altérations dentaires décrites par M. Parrot. Ces kératites sont restées inmodifiables par tous les moyens thérapeutiques, sauf quelquefois par l'iodure de potassium qui a pu amener une guérison incomplète et d'ailleurs inespérée.

M. Constantin Paul apporte quelques faits à l'appui de la théorie des lésions systématiques des dents. Il s'agit des ouvriers confiseurs et des anciens *cuiseurs de sucre* (profession qui a disparu depuis que l'évaporation des lessives de sucre se fait dans le vide). Tous ces ouvriers présentent une carie dentaire commencée par les 4 incisives supérieures qui finissent par se couper à l'union de la couronne et de la racine; la carie affecte ensuite les incisives inférieures, puis les molaires. Les incisives supérieures manquent chez beaucoup d'Anglais.

M. Magitot dit que dans le diagnostic rétrospectif de la syphilis fait par M. Parrot, il y a eu une erreur. Les altérations des dents qui ont motivé ce diagnostic étaient des altérations dues à l'éclampsie. La preuve, c'est que ces dents appartenaient à des crânes trépanés et que, de toute antiquité, on sait que la trépanation a été appliquée à la cure des accidents convulsifs.

M. Parrot reconnaît que Broca s'est rangé à l'avis de M. Magitot, mais il faut remarquer que les dents en question ont été ramassées dans un endroit où avaient été enterrés un grand nombre de cadavres; quelques crânes seulement ont présenté des trépanations et rien ne prouve que les dents en question leur aient appartenu.

Recherches expérimentales sur la puissance toxique des alcools, par MM. Dujardin-Beaumetz et Audigé. — Ces auteurs rappellent leur communication faite à la section il y a deux ans. Depuis, ils ont fait de nouvelles expériences, non plus par la méthode hypodermique, qui leur donnait des accidents inflammatoires, ni sur les animaux petits, qui résistent mal aux expériences, mais par la voie stomacale et sur des cochons. Ils se sont arrêtés à cet animal, parce que c'était le seul qui voulût absorber leurs alcools. Ils lui ont fait ingérer chaque jour 1 gramme 50, et même 2 grammes par kilogramme de son poids. Les résultats trouvés à l'autopsie sont à peu près nuls : pas de lésion du cerveau, du foie, de la rate, du rein, du cœur; un peu de rougeur, d'érosion, d'épaississement de la muqueuse stomacale, et encore, dans un cas où on trouva une perforation de l'estomac, l'animal avait-il avalé un clou.

On ne trouve donc pas chez le cochon de phénomènes analogues à ceux que l'on connaît chez l'homme atteint d'alcoolisme chronique.

Abaissement de la température du corps par les appareils réfrigérateurs. — Pour remédier aux inconvénients des bains froids administrés d'après la méthode de Brandt, M. Dumontpallier a inventé un appareil dont on entoure le corps du

malade dans son lit, et qui est traversé à volonté d'un courant d'eau froide passant par des tubes de caoutchouc.

Par l'emploi de cet appareil on constate que la température s'abaisse de 1 dixième de degré en 10 minutes. Lorsque l'appareil cesse de fonctionner, l'abaissement de la température persiste pendant un certain temps, puis celle-ci remonte. Des expériences faites sur les chiens n'ont démontré aucune lésion viscérale à l'autopsie; chez les malades, on constata une diminution de l'urée, des phosphates, de l'albumine, de la densité de l'urine, et une augmentation de la quantité de la partie liquide; en un mot, les combustions diminuent, le dépérissement est moindre.

M. Maurel présente un aperçu général *sur le pansement des plaies.* — De la comparaison des méthodes et des procédés anciens avec les nouveaux, des théories sur lesquelles ils reposent et des résultats obtenus, il en arrive à conclure qu'il faut s'efforcer de mettre les plaies à l'abri du contact des germes. Suivant les cas, on peut employer les procédés suivants : 1° irrigation continue à une température constante; 2° pansement ouaté, basé sur le principe de la filtration de l'air; 3° pansements basés sur le principe antiseptique. M. Maurel donne la préférence, comme topique, au coaltar saponiné; 4° atmosphère artificielle, par la méthode de Jules Guérin; 5° pansement par occlusion, en particulier l'occlusion par le collodion.

Phtisie héréditaire, habitus, localisation et évolution, par M. Lancereaux. — Dans cette communication, l'auteur établit les points suivants :

1° Le descendant du phtisique se distingue par la débilité, la petitesse du corps, l'aplatissement du thorax, et principalement par une ténuité, une rareté des poils qui concordent avec une faiblesse de développement des organes génitaux. Partant, la tuberculose imprime un cachet particulier à l'être qu'elle atteint au moment de la conception, et crée, pour ainsi dire, une race à part; 2° les principales modifications apportées dans l'organisme par l'hérédité phtisique se révèlent principalement à l'époque de la puberté et consistent dans un arrêt de développement non pas d'un organe ou d'un système, mais de l'ensemble de l'individu qui conserve les apparences d'une jeunesse relative et reste dans une sorte d'état neutre généralement désigné par les noms : *infantilisme* ou *féminisme;* 3° les représentants de ce type, spécialement prédisposés à la tuberculose, doivent être soumis à une hygiène préventive, tant au point de vue de l'alimentation que de l'aération et des exercices corporels.

Séance du 16 août.

M. Catillon démontre que, dans l'alimentation par le rectum, pour que la nutrition s'effectue convenablement, il faut associer aux aliments des ferments digestifs, c'est-à-dire les transformer en peptones. Des peptones, préparés artificiellement et ingérés soit par la bouche, soit par le rectum, conduisent aux mêmes résultats.

Sur un nouveau procédé d'iridotomie dans les cas de cataracte secondaire, par M. Gayet (de Lyon). — Pour éviter de tirailler et de s'exposer à déchirer le corps ciliaire, lorsque l'iris adhère à la capsule antérieure du cristallin, M. Gayet fait la pupille artificielle de la manière suivante : le couteau étant dirigé obliquement en arrière, le tranchant en avant, il ponctionne la cornée et l'iris, puis renverse le manche du couteau en arrière, et le porte en arrière de l'iris. Arrivé à l'autre extrémité de la chambre antérieure, il fait encore basculer le manche du couteau en arrière et en fait ressortir la pointe. La tension de l'iris a fait que le couteau le coupe à mesure qu'il avance; l'opération est donc terminée dès que la cornée est ouverte en ses deux points. M. Gayet a exécuté quatre fois cette opération avec succès, sans difficulté et sans accidents consécutifs.

Sur le rôle étiologique du traumatisme, par M. Verneuil. — Le rôle que joue le traumatisme dans la production et la marche des affections dites spontanées est plus considérable qu'on ne le croit en général. Outre les affections considérées comme des complications des plaies, le traumatisme fait naître des affections qui ne se seraient produites que plus tard : telles sont les manifestations des diathèses, syphilis, goutte, rhumatisme, etc. Le traumatisme augmente encore la réceptivité pour certaines maladies, les fièvres éruptives en particulier, le tétanos, etc.; il détermine la localisation des manifestations diathésiques sur des points actuellement ou antérieurement blessés; ces manifestations peuvent également paraître en un point éloigné du trauma. M. Verneuil établit l'importance de ces notions pour étudier l'étiologie, la marche et le traitement des maladies d'origine chirurgicale.

M. Onimus rappelle que les affections nerveuses d'origine traumatique, en particulier celles qui succèdent à des accidents de chemin de fer, prennent un caractère qui les distingue des affections semblables nées spontanément.

Résultats du traitement des anévrismes de l'aorte par la galvano-puncture. — M. L.-H. Petit a réuni 114 cas de ce genre; dans 111 cas on a employé les courants continus; dans 3 cas, on a employé les courants interrompus (Zdekauer, Piedagnel).

Ces 114 cas ont donné 69 améliorations; 38 malades sont morts sans amélioration notable; on n'eut aucun résultat dans 3 cas; dans 4 cas les résultats sont douteux; 39 malades ont survécu moins d'un an, quoique très améliorés, et 10 d'un à deux ans; les autres ont survécu de deux à cinq ans. Chez les malades qui ont été suivis assez longtemps pour qu'on puisse constater leur mort, la rupture du sac anévrismal a été notée environ quarante fois : c'est la cause de beaucoup la plus fréquente de mort dans ces cas.

Après la disparition des accidents immédiats, ou même immédiatement après la séance, l'amélioration s'est manifestée, dans un certain nombre de cas, par la diminution des douleurs, des battements, l'augmentation de la consistance de la tumeur, puis sa diminution progressive. Cette marche rétrograde du mal a continué dans 24 cas après une seule séance et a duré de deux à dix-sept mois; dans d'autres, on a dû faire trois, quatre, cinq séances; dans d'autres, on a été jusqu'à onze et même douze, mais c'est parce que l'amélioration était de courte durée après chacune d'elles, et que l'on intervenait de nouveau après la réapparition des accidents. Les sujets de cette catégorie ont tous succombé peu de temps après la dernière séance.

Les anévrismes intra-thoraciques ont donné 30 succès et 7 insuccès; ceux qui s'étaient fait jour à l'extérieur ont donné 36 succès et 31 insuccès; on voit donc que, si la proportion des succès est plus grande lorsque l'anévrisme est encore renfermé dans le thorax, on peut néanmoins espérer de bons résultats dans la moitié environ des cas d'anévrisme de l'aorte avec tumeur externe.

Les 114 cas représentent 292 séances qui se répartissent

ainsi, quant au résultat immédiat : amélioration, 186 ; aggravation, 61 ; *statu quo*, 14 ; non indiqués exactement, 31. L'amélioration a surtout porté sur le symptôme douleur ; on a aussi constaté la cessation d'accès d'angine de poitrine, le retour du sommeil, de l'appétit, etc. Parmi les accidents qui ont caractérisé l'aggravation, on a vu l'augmentation du volume de la tumeur, l'inflammation du trajet des aiguilles, le sphacèle circonscrit, des hémorrhagies assez persistantes, etc. Ces accidents ont été observés surtout lorsqu'on avait fait communiquer les aiguilles avec le pôle négatif ; au contraire, ils ont été très rares lorsque le pôle positif seul a été employé ; M. Petit conclut donc, avec Anderson, Dujardin-Beaumetz, Teissier, etc., que la galvano-puncture positive est le meilleur procédé que l'on ait employé jusqu'ici.

Sur la taille prérectale, par M. Gailliet, de Reims. — M. Gailliet présente un assez grand nombre de calculs vésicaux extraits dans sa pratique ; il donne quelques détails sur les indications de cette opération et sur les procédés qu'il a employés. Il ajoute que, chez les vieillards, il ne faut pas craindre de pratiquer la taille à travers la prostate ; ce procédé réussit souvent à faire disparaître des cystalgies rebelles et des rétentions d'urine ; il pense qu'il faut tout faire pour prévenir la rétention d'urine et les hémorrhagies après cette opération, et que, dans ce but, il faut laisser une sonde à demeure et une éponge dans la plaie.

M. Ollier, dans des cas de rétention d'urine avec douleurs vésicales, sans calculs, a pratiqué la taille prérectale pour remédier à la douleur et rétablir le cours de l'urine, et il n'a eu qu'à s'en féliciter.

M. Verneuil rappelle qu'il a autrefois pratiqué la taille prérectale dans un cas de cystalgie rhumatismale rebelle, et que Mercier a proposé de pratiquer la prostatotomie interne dans la cystalgie. Un chirurgien américain, M. Weir, a publié récemment un travail dans lequel il annonce avoir pratiqué une cinquantaine de fois la taille pour des affections de la prostate.

M. Verneuil pense que, aujourd'hui, en employant les précautions de la méthode antiseptique, on peut faire dans la prostate de larges débridements sans danger ; mais il faut les faire de dehors en dedans afin de pouvoir désinfecter facilement la plaie et laisser une sonde à demeure.

M. Ollier croit aussi que la prostatotomie externe est moins grave que l'interne. Il partage l'opinion de M. Gailliet sur l'utilité de la sonde à demeure, mais il pense que l'éponge laissée dans la plaie doit être difficile à retirer, à cause des adhérences qu'elle contracte avec les parties voisines, dans les anfractuosités desquelles elle s'insinue ; en outre, cette éponge s'imbibe d'urine et de pus et peut provoquer de graves accidents. M. Ollier préfère employer une sorte de ballon en caoutchouc agissant comme la sonde à chemise de Dupuytren.

M. Gailliet répond qu'il n'a jamais observé d'inconvénient sérieux de l'emploi de l'éponge dans la plaie de taille.

M. Denucé a fait la même chose chez un vieux prostatique qui se sondait continuellement. Un jour, la sonde casse, un fragment reste dans la vessie. M. Denucé fait la taille et le malade guérit ; il urine parfaitement aujourd'hui. M. Denucé pense qu'il faut laisser une sonde à demeure ; il a d'ailleurs inventé aussi un appareil analogue à celui de M. Ollier, pour obvier à l'hémorrhagie après la taille.

Du taxis abdominal dans la hernie étranglée et l'étranglement interne, par M. Henri Henrot. — Deux moyens ont déjà été mis en œuvre pour remplacer le taxis, et dans le but d'agir comme lui : 1° la pression sur l'abdomen au-dessus de la hernie, comme le fait Lannelongue avec des sacs de plomb ; 2° l'inversion incomplète du corps, pour faire agir l'action de la pesanteur sur l'intestin hernié. M. Henrot propose un troisième moyen qui consiste à exécuter des manœuvres avec les mains sur l'abdomen, une sorte de massage au voisinage de la région de la hernie ; il signale deux cas dans lesquels le taxis abdominal lui a été fort utile. — Premier cas : femme de soixante ans ; hernie étranglée avec corde allant des parties profondes de l'abdomen à l'orifice péritonéal de la hernie ; insuccès du taxis méthodique ordinaire pendant quinze ou vingt minutes ; réduction rapide par la pression brusque exercée immédiatement au-dessus de l'arcade crurale à l'aide des doigts. — Deuxième cas : étranglement interne, instantané, chez une femme de vingt-sept ans. Douleurs abdominales, besoin d'aller à la selle sans possibilité de rendre de matières ou de gaz ; vomissements fécaloïdes, sueurs froides, menaces de syncope ; tumeur dure, irrégulière, bosselée, remontant au-dessus de l'ombilic. Malaxation de l'abdomen pendant quatre ou cinq minutes ; disparition de la tumeur et des accidents.

M. Henrot pense que, dans les cas analogues, on pourra combiner le taxis abdominal au taxis ordinaire. Ce moyen ne pourra peut-être pas être généralisé, mais dans certains cas, il peut être de la plus grande utilité.

M. Ollier croit que la malaxation de l'abdomen pourra, dans certains cas, permettre de détruire l'obstacle, surtout dans ceux où l'on ne connaît pas la cause de l'étranglement. Dans la hernie étranglée, le taxis abdominal, uni au taxis ordinaire, pourra donner de bons résultats ; mais il ne faudra l'employer que quand on sera sûr que l'intestin n'est pas entamé, c'est-à-dire dans les hernies récentes.

Sur la greffe dentaire. — M. le docteur Th. David présente un travail sur la transplantation des dents accompagné de cinq observations personnelles toutes suivies de succès. La dent, plantée dans une autre alvéole, s'y consolide par un processus vital, celui de la greffe, analogue à la réunion immédiate. Cette greffe d'emprunt permet de substituer à une dent altérée une dent saine prise sur le sujet lui-même (transposition) ou sur un autre individu de la même espèce (transplantation. Il convient surtout de choisir pour greffe des dents saines dont l'extraction est devenue nécessaire, dans les cas notamment où elle est motivée par la régularisation des arcades dentaires.

Sur le spasme laryngé d'origine hystérique. — M. Gouguenheim décrit une variété de spasme laryngien, observé chez les hystériques, et qui donne lieu à des phénomènes qui font croire à un véritable rétrécissement de la trachée. Le symptôme le plus alarmant est la dyspnée, qui a été quelquefois assez considérable pour nécessiter la trachéotomie. Cependant, dans les cas où les malades ont succombé soit à l'asphyxie, soit à la trachéotomie, on n'a jamais constaté de lésion du larynx, ni de la trachée, capable d'expliquer la dyspnée. Par contre, dans les cas où l'examen laryngoscopique a été possible, on a trouvé que les cordes vocales étaient très rapprochées l'une de l'autre et très tendues. M. Gouguenheim en conclut que, lorsqu'on se trouvera en présence d'une hystérique atteinte de dyspnée, on devra songer à un spasme des cordes vocales et ne pas pratiquer la trachéotomie pour une affection de cette nature, comme Michon et Velpeau l'ont fait.

M. Blondeau rappelle que dans le service de M. Charcot, lorsqu'on endort les hystériques par l'hypnotisme et qu'on touche les muscles du larynx, on obtient des spasmes de la glotte, que l'on fait cesser à l'aide de quelques inhalations de chloroforme. On pourrait donc employer ce moyen dans des cas de spasme du larynx analogues à ceux décrits par M. Gouguenheim.

Séance du 18 août.

Sur une déformation du crâne propre aux scieurs de long. — M. Poncet a constaté la présence, sur la tête d'un grand nombre de scieurs de long, d'une tumeur osseuse qui occupe toujours la ligne médiane; elle est située sur la suture sagittale, ovalaire, de 5 à 7 centimètres de long sur 3 à 4 de large. L'existence de ce durillon osseux s'explique par le genre de travail de ces ouvriers, qui sont obligés de déplacer avec la tête les lourdes pièces de bois qu'ils scient.

Sur le développement des alcalis cadavériques (ptomaines), par MM. Brouardel et Boutmy. — Au cours de la décomposition cadavérique, il se forme certaines substances alcalines que l'on a nommées ptomaines. Les auteurs précités en ont recherché la présence : 1° dans les viscères d'individus morts en dehors de tout empoisonnement; 2° dans ceux des individus morts par empoisonnement. Ils ont étudié les propriétés de ces substances et ont reconnu qu'elles sont analogues à celles des alcaloïdes organiques et que le plus souvent leur action toxique ne le cède en rien à celle des poisons les plus énergiques.

Il existe plusieurs ptomaines distinctes qui présentent une différence complète d'ordre chimique et d'ordre physiologique, et, pour ne parler ici que d'un seul point de cette question, certaines d'entre elles sont des poisons violents, tandis que d'autres ne sont pas toxiques. On peut dire d'une manière générale que les ptomaines sont vénéneuses six fois sur dix. Chaque cas de putréfaction ne paraît pas donner naissance à des ptomaines distinctes, car les auteurs ont retrouvé le même alcaloïde dans les cadavres d'individus morts dans des conditions absolument différentes. Les ptomaines, ou du moins certaines d'entre elles, sont toxiques pour l'homme; elles se forment dans un temps assez court; elles sont le plus souvent volatiles, mais il existe des cas où elles ont présenté de la fixité. D'après les auteurs, l'un des obstacles les plus efficaces à la formation des ptomaines est le refroidissement, et l'on dispose en ce moment à la Morgue des chambres à air glacé, dans lesquelles les cadavres seront conservés, sans altérations nouvelles, jusqu'au moment où l'on pourra procéder à l'expertise.

M. Verneuil rappelle qu'en 1869, au cours d'une discussion sur l'infection purulente à l'Académie de médecine, il a parlé d'une substance extraite des plaies, capable de se combiner avec des acides, et que Bergmann avait désignée du nom de *sulfate de sepsine*. L'existence de cette substance a été accueillie à cette époque avec la plus grande incrédulité. Cependant, si on a trouvé dans des cadavres en putréfaction une substance cristallisable analogue aux alcaloïdes, il n'est pas illogique de penser qu'on pourrait en trouver une semblable dans les tissus atteints de sphacèle étendu ou limité, comme la surface des plaies suppurantes.

Sur les fistules ano-vulvaires consécutives aux abcès de la glande vulvo-vaginale, par M. Terrillon. — La glande vulvo-vaginale n'est pas, comme on le croit généralement depuis Huguier, une seule masse glandulaire limitée par une sorte d'aponévrose d'enveloppe. De Amicis, et depuis M. Terrillon, ont trouvé qu'il existait de véritables glandules accessoires, comme pour les glandes parotide et sublinguale. Ces glandules accessoires sont disséminées dans le tissu cellulaire de la région périnéale et surtout autour de la vulve. Lorsqu'elles viennent à s'enflammer, elles donnent naissance à des abcès suivis de fistules interminables.

Pour éviter ces fistules, M. Terrillon conseille d'ouvrir les abcès avec le thermo-cautère.

Sur une épistaxis rebelle liée à une cirrhose du foie. — M. Garnier a recueilli, dans le service de M. Verneuil, le fait suivant : un homme robuste, cloutier, entre dans le service pour une épistaxis durant depuis deux jours, arrêtée par deux ou trois fois à l'aide d'un tamponnement au perchlorure de fer, et reparaissant chaque fois qu'on enlève le tampon. M. Verneuil pratique le tamponnement antérieur et postérieur et, croyant voir là une épistaxis intermittente, prescrit le sulfate de quinine. L'hémorrhagie persiste; l'ergotine à l'intérieur et en injection dans l'aile du nez n'a pas plus de succès. La digitale arrête l'hémorrhagie pendant deux jours. Alors un examen organique minutieux révèle la présence d'une cirrhose du foie.

M. Verneuil fait appliquer un large vésicatoire sur la région hépatique et l'épistaxis s'arrête définitivement.

Gangrènes et thromboses multiples, par MM. Labbé et Bruchet. — Il s'agit d'un cas probablement unique dans la science, recueilli dans le service de M. Verneuil.

Homme de trente-six ans, petit, chétif; pas de syphilis, pas d'alcoolisme; antécédents rhumatismaux. Le malade accuse de violentes douleurs dans les quatre extrémités. Ces douleurs se localisent dans le gros orteil droit, où l'on trouve un peu de sphacèle, ainsi qu'aux deux médius des mains. Aucune altération viscérale à l'examen; les deux pouls radiaux un peu faibles; cause impossible à trouver, la gangrène envahit le pied en cinq ou six étapes successives, en s'accompagnant de douleurs atroces. Amputation de la jambe avec les précautions antiseptiques, à l'aide du thermo-cautère; pas une goutte de sang; pansement ouaté. Soulagement immédiat; pas de fièvre; l'état général s'améliore; retour de l'appétit, régime lacté. Au huitième jour, légère hémoptysie; le lendemain, signes d'hémorrhagie interne; sphacèle des lambeaux, mort.

L'examen du membre amputé avait montré que les deux tibiales étaient thrombosées; à l'autopsie, on trouve la même lésion dans les tibiales du côté sain, dans les deux cubitales et même une radiale, bien qu'il n'y ait eu aucun phénomène annonçant ces lésions; dans l'estomac, on trouve au moins un litre de sang, et près de la petite courbure, deux ulcères ronds, dont l'un avait ouvert une artériole de deux millimètres environ de diamètre. Pas d'altération des viscères, sauf un peu d'athérome de l'aorte. Quant aux artères thrombosées, elles présentaient de l'endartérite s'étendant jusqu'à la tunique moyenne inclusivement. Virchow a dit que l'ulcère simple de l'estomac était le résultat d'une artérite limitée; le cas présent serait la confirmation de cette opinion.

Du traitement de la coxalgie suppurée, par M. Ollier. — Au congrès de Clermont, M. Ollier a fait une communication sur cette affection, qu'il traitait alors par le drainage et l'immobilisation. Mais il a constaté que ce traitement ne suffisait pas dans certains cas. Aujourd'hui, le pansement de Lister permet une plus grande hardiesse, et les indications opératoires sont tout à fait changées. Dans les autres articulations,

l'ouverture de la jointure, le raclage des surfaces, le drainage, puis une bonne attitude suffisent; on obtient la guérison par ankylose et cette méthode vaut mieux que la résection. Pour la hanche, les partisans de la résection, au contraire, mettent en avant la durée très grande de l'affection, la suppuration interminable, l'épuisement, la tuberculose imminente et souvent consécutive, et soutiennent qu'il faut prévenir cette terminaison par la résection. Il y a une distinction à faire: après vingt ans, tous les opérés sont morts, mais les cas étaient désespérés et on était intervenu alors qu'il était trop tard. Chez l'enfant, les résultats sont meilleurs, et comme la résection de la tête fémorale supérieure n'arrête pas sensiblement l'accroissement du membre, on peut la pratiquer sans trop d'inconvénients. D'autre part, M. Ollier croit que ce sacrifice suffira pour assurer la guérison.

Pour aller à la recherche de la tête, M. Ollier emploie le procédé suivant : chez les enfants au-dessous de dix ans, où les os sont peu denses, on coupe avec un couteau le grand trochanter, mis à nu, obliquement en dehors et en bas; on le relève avec les muscles qui s'y insèrent, on explore la tête et la cavité cotyloïde, on rugine, on draine, au besoin on trépane celle-ci; on résèque ou on gratte la tête, puis on réapplique le grand trochanter et on le maintient en place par des points de suture métallique. M. Ollier opère dans les circonstances suivantes :

Une coxalgie s'accompagne-t-elle d'abcès ? M. Ollier les ponctionne; si le pus se reproduit, on fait une seconde, puis une troisième ponction; alors on ouvre la jointure et on la draine; en cas d'insuccès, il pratique la résection. M. Ollier préfère cette méthode à l'immobilisation du sujet pendant plusieurs années; celle-ci a pour inconvénient de déterminer l'atrophie des muscles et du squelette du membre, ce qu'on évite par le traitement qu'il vient de décrire.

Sur le rôle physiologique des trompes d'Eustache. — M. E. Fournié, dans un précédent mémoire lu à l'Académie de médecine en mars 1880, avait démontré : 1° que la trompe est toujours béante, en communication directe avec l'air contenu dans le pharynx; 2° que les muscles tubaires sont destinés, par leur contraction, à fermer la trompe et non à l'ouvrir, comme on le professe. Désirant répondre à ceux qui prétendent que l'ouverture permanente de la trompe serait un danger pour la membrane du tympan et en même temps une mauvaise condition pour l'ouïe, à cause de la pénétration incessante des ondes sonores dans l'oreille moyenne par le conduit tubaire, M. Fournié a institué de nouvelles expériences qui confirment les résultats des premières.

Essai de géographie médicale de la France. — M. Chervin partage la France en trois grandes régions : le nord, le centre et le midi, et subdivise chacune d'elles en trois : l'ouest, le centre et l'est. Il arrive ainsi à constituer neuf groupes de départements pour lesquels il résume ses appréciations sur la distribution géographique des infirmités qu'il a étudiées. Les groupes les plus maltraités sont d'abord et surtout le groupe des départements du nord-ouest, puis celui du centre, enfin celui du sud-est. Ces trois groupes sont échelonnés suivant une ligne diagonale allant du nord-ouest au sud-est. Cette diagonale, partant d'une extrémité de la France, passant par son centre et aboutissant à une extrémité opposée, partage ce pays en trois grandes régions : une région nord-nord-est, la région nord-ouest-sud-est, qui est placée au milieu des trois, puis une région ouest-sud-ouest. La région médiane est la plus maltraitée, puis vient celle de l'ouest-sud-ouest, puis enfin celle du nord-nord-est. Dans toutes trois, le nombre des infirmités diminue progressivement du nord au sud. L'auteur étudie ensuite la distribution de chaque infirmité dans chacun des neuf groupes départementaux.

Les végétaux parasites de l'oreille humaine, par le docteur Lœwenberg. — L'otomycosis est caractérisé par le développement de moisissures du genre *Aspergillus* dans le conduit auditif, sur la membrane du tympan, et, en cas de perforation de celle-ci, jusque dans la caisse. Elle provoque de la surdité, de l'écoulement, des bourdonnements, des élancements et des démangeaisons. Elle peut durer des années. Cette affection est causée principalement par l'emploi de remèdes dirigés contre d'autres maladies auriculaires, surtout des corps gras. Ceux-ci, en se décomposant à l'air, fournissent un aliment aux spores de champignons qui se trouvent présentes partout. L'auteur conseille donc de n'employer que la glycérine à la place des graisses, dans le traitement des affections du conduit auditif, de la membrane du tympan et de la caisse. L'otomycosis pouvant également être causé par l'usage de solutions aqueuses altérées, il faut donc stériliser ces solutions en tuant les parasites au moyen de l'ébullition. Les remèdes parasiticides guérissent facilement cette affection.

Les mêmes précautions conviennent pour l'œil; on vient de découvrir un mycosis très grave de la cornée, et Lœwenberg a trouvé dans des échantillons de collyres usuels (atropine, pilocarpine, etc.) des dépôts composés de mycelium. Les mêmes remarques et les mêmes conseils s'appliquent au traitement hypodermique, où l'impureté parasitaire des liquides employés explique peut-être l'irritation consécutive à certaines injections sous-cutanées. On fera donc bien en général de conserver les médicaments dissous dans l'alcool, et non dans l'eau; quand cela ne sera pas possible, on les gardera en solutions concentrées.

Trajet intra-abdominal des ovules par les cils vibratiles, par MM. Mathias Duval et Wiet. — Sur le péritoine des grenouilles femelles, à l'époque du frai, il existe toujours un épithélium à cils vibratiles se mouvant avec une grande vigueur; on n'a jamais rencontré ces éléments sur le péritoine de grenouilles mâles, ou de grenouilles femelles à tout autre moment qu'à celui du frai. Les présentateurs ont fait les mêmes observations sur les chattes en rut et pensent que pendant la menstruation un phénomène semblable doit se passer chez la femme. M. de Sinety a d'ailleurs rencontré des cils vibratiles abondants sur des tumeurs extraites du bassin quelques jours avant les règles. On peut donc supposer que la migration intra-abdominale des ovules se fait à l'aide de cils vibratiles.

Considérations pratiques à propos d'un cas d'hydramnios, par M. Tison. — Dans ce cas, on avait cru, trois jours avant l'accouchement, à un kyste multiloculaire; le ventre avait un volume beaucoup plus considérable que dans deux grossesses antérieures. L'accouchement, qui s'est terminé normalement, a présenté certaines particularités : grande lenteur du travail après une marche d'abord rapide; poche des eaux très résistante, qu'il a fallu percer avec une longue aiguille en bois; écoulement de six litres de liquide amniotique; impossibilité de faire le diagnostic de la présentation et de la position à cause de la malformation de la tête fœtale. Ce fœtus, qu'on n'a pas pu faire respirer, présentait une ossification très imparfaite des os du crâne, un raccourcissement très considérable des deux premiers segments des quatre

membres, bras, avant-bras, cuisse et jambe, avec une mobilité extraordinaire de toutes ces articulations. En un mot, il était atteint de ce vice de conformation auquel M. le professeur Parrot a donné le nom d'*achondroplasie,* c'est-à-dire d'arrêt de développement des cartilages et par suite, de l'os qui doit les remplacer.

Séance du 19 août.

Traitement de l'acné de la face, par M. Gentilhomme. — Lorsque l'acné de la face reconnaît pour cause principale la présence d'un parasite dans les glandes sébacées, l'auteur recommande de faire des onctions avec la pommade sulfuro-alcaline le soir, de laver le lendemain la région avec de l'eau de savon, puis à grande eau; enfin de lotionner la partie avec une solution de bichlorure de mercure à 1 pour 100.

Opération de la cataracte. — M. Gailliet, de Reims, emploie le procédé suivant. Il fait son incision par ponction, comme pour la kératotomie supérieure, et sectionne le petit cercle de l'iris. Le cristallin sort en général avec le couteau. La section du petit cercle de l'iris ne donne pas une seule goutte de sang. Les lèvres de l'incision se réunissent bien et l'iris remplit bien ses fonctions, quoiqu'il soit en général légèrement déformé. Pansement ordinaire.

De la papaïne et autres pepsines végétales. — M. Bouchut présente de la *papaïne* extraite du *carica papaya* et de la *ficoïne* extraite du *ficus.* Il montre qu'il y a, dans le latex d'un grand nombre de végétaux, des sucs remplis de pepsine végétale qu'on peut isoler et employer en thérapeutique. La papaïne est très abondante, la ficoïne beaucoup moins. Avec une solution de 10 centigrammes de papaïne pour 30 grammes d'eau, on peut faire digérer 15 grammes de fibrine qui est convertie en peptone assimilable. On peut employer la papaïne dans la dyspepsie et dans les maladies chroniques des voies digestives au lieu de la pepsine animale qui est souvent de mauvaise qualité et infidèle. On a préparé du sirop, du vin et de l'élixir de papaïne. On peut de plus faire des injections interstitielles avec la seringue de Pravaz dans les tumeurs solides.

Sur l'établissement dans le Midi d'hôpitaux maritimes pour les phtisiques. — M. Daremberg établit l'insuffisance de la création d'hôpitaux pour les phtisiques dans le Midi; les malades n'y pouvant rester pendant l'été, ils perdront entre deux saisons le bénéfice de leur séjour pendant la saison précédente. Pour que l'assistance donnée aux phtisiques indigents soit efficace, il faut qu'ils soient gardés et surveillés attentivement sans aucune interruption pendant une période de cinq à dix ans. Il faut donc que non seulement on crée des hôpitaux hivernaux, mais aussi des hôpitaux estivaires dans les montagnes, principalement auprès des sources minérales, dont les malades pourraient profiter.

M. Daremberg pense que c'est à tort qu'on veut faire des essais sur les adultes, qui ne pourront jamais donner que de mauvais résultats; il faudrait bien plutôt étendre les essais tentés avec tant de succès à Berck; faire dans le midi maritime plusieurs hospices en construction légère avec jardins et gymnases, contenant chacun deux cents enfants scrofuleux et tuberculeux. L'été, ces enfants se transporteraient dans de vastes chalets établis au sommet des montagnes, et avoisinant la Méditerranée. Pour venir en aide aux phtisiques adultes, on pourrait créer aux environs des grandes villes des hospices avec jardins et galeries couvertes, mais en prenant les précautions nécessaires pour prévenir la propagation de la phtisie par la procréation. Enfin, on pourrait essayer de mettre en pratique pour la classe aisée les moyens employés par les riches qui veulent guérir de la phtisie, c'est-à-dire créer dans les endroits voulus des établissements payants où l'on trouverait toute l'assistance nécessaire. Plus tard, quand ces établissements auraient fait leurs preuves, l'Assistance publique pourrait en créer de semblables pour les indigents.

M. Nicaise répond que l'idée des mesures à prendre pour la guérison de la phtisie est en progrès auprès de l'administration de l'Assistance publique et des personnes compétentes. En France, on ne possède que Berck, destiné seulement aux enfants indigents de Paris; il faudrait des établissements analogues où l'on pût envoyer les scrofuleux de toutes les parties de la France, et non seulement les convalescents, comme à Berck, mais encore tous les malades. Pour ces derniers, il faudrait des hôpitaux sur les bords de la Méditerranée.

La vaccination charbonneuse, par M. Toussaint. — On sait que les bactéridies, insérées sous le tissu cellulaire sous-cutané, s'y développent, gagnent les ganglions par les vaisseaux lymphatiques, puis infectent rapidement l'économie. Les vaccinations de Pasteur contre le choléra des poules ont donné à M. Toussaint l'idée de rechercher une semblable vaccination contre le charbon. Il remarqua d'abord, à la suite d'examens microscopiques, que le tissu des ganglions est complètement infiltré de bactéridies. Il s'est alors demandé si l'on ne pourrait pas oblitérer les ganglions et arrêter ainsi la marche de l'infection charbonneuse. La sécrétion bactéridienne lui a paru le liquide le plus convenable pour opérer l'inoculation; celle-ci est suivie au troisième jour d'une fièvre intense; les ganglions de la région deviennent énormes, puis diminuent progressivement et au bout de douze à quatorze jours ils sont un peu plus volumineux qu'avant l'inoculation, mais durs. On peut ainsi, connaissant la topographie des ganglions, faire une série d'inoculations dans leurs départements respectifs, et les oblitérer successivement. L'immunité pour le charbon n'est pas obtenue avant le quatorzième jour, car, si avant cette époque on fait des inoculations avec du liquide charbonneux non préparé, l'animal meurt.

La préparation du vaccin se fait de la manière suivante : sur une brebis mourante, on prend une certaine quantité de sang par la saignée et on le filtre; il faut changer de filtre plusieurs fois, car le sang est plus ou moins poisseux et empêche la sérosité de traverser le papier. Cette sérosité est encore virulente; on la fait chauffer à 55° pendant dix minutes ou bien on y ajoute 3 pour 100 d'acide phénique.

Des hémorrhagies consécutives à l'emploi de la bande d'Esmarch dans les amputations. — M. Nicaise rappelle la modification qu'il a apportée au bandage élastique, et qui a été adoptée par Esmarch lui-même. Mais, quelle que soit la bande employée, on observe assez souvent après son ablation des hémorrhagies en nappe assez difficiles à maîtriser. Esmarch a proposé, pour les arrêter, des applications d'eau glacée; Riedinger a employé les courants électriques; d'autres ont eu recours à l'élévation du membre. M. Nicaise propose, après avoir fait l'opération et la ligature de tous les vaisseaux visibles, d'appliquer sur la surface de la plaie une ou plusieurs éponges, et de rabattre les lambeaux par-dessus; on enlève alors la bande. La peau conserve pendant un certain temps une couleur rouge violacé indiquant une congestion pas-

sive déterminée par la paralysie des vaso-moteurs. Dès que la peau a repris sa coloration normale, on soulève les éponges une à une, et si quelque vaisseau donne encore du sang, on le lie.

Application de la méthode graphique à l'étude des toxiques en médecine légale, par M. Laborde. — On sait que les affections cardiaques impriment aux tracés sphygmographiques des caractères spéciaux à chaque affection et qui permettent de reconnaître ces affections à la simple inspection du tracé. De même, si l'on administre certaines substances capables d'agir sur la circulation, on voit que le tracé donné dans ces conditions est spécial à chaque substance. Les alcaloïdes végétaux ne font pas exception à cette règle, et si on administre à des grenouilles des doses infinitésimales de ces alcaloïdes, on peut constater les modifications typiques que donnent au tracé du cœur la vératrine, l'aconitine, etc. En cas d'empoisonnement, les alcaloïdes cristallisables trouvés dans le foie serviront donc, à l'aide d'expériences comparatives sur des grenouilles, à découvrir la nature du poison employé.

M. Landowski, rappelant la communication de MM. Brouardel et Boutmy, dit qu'on pourra faire pour les alcaloïdes cadavériques ce que M. Laborde a fait pour les alcaloïdes végétaux et qu'on pourra de cette manière les différencier les uns des autres.

M. Laborde répond qu'il a déjà fait un certain nombre d'expériences dans cette voie et que les résultats obtenus ne lui permettent pas d'assimiler à des alcaloïdes les produits cristallisables tirés des cadavres.

A l'appui de la communication de M. Laborde, M. François Franck rappelle que la différenciation entre la vératrine et la strychnine est très difficile par les études chimiques et physiologiques, mais que la méthode graphique donne des différences remarquables entre ces deux substances. Ainsi le tétanos strychnique et le tétanos vératrique diffèrent beaucoup au point de vue des contractures, d'après le tracé obtenu dans ces maladies.

M. Laborde cite un cas dans lequel la méthode graphique a été d'une grande utilité en médecine légale. Un malade étant mort subitement après avoir pris un vomitif, on avait cru à un empoisonnement, et les premières constatations avaient fait supposer qu'il s'agissait d'une intoxication par l'aconitine. Le principe cristallisable retiré du foie et expérimenté sur des grenouilles a donné le tracé typique de l'émétine. La mort n'était donc pas attribuable au remède.

GÉOLOGIE

Paléontologie de l'État de New-York (1).

L'État de New-York vient de publier à Albany la deuxième partie du tome V de la *Paléontologie de New-York* par le savant professeur James Hall. Ce volume de 492 pages et de 120 planches in-4° contient la description des gastéropodes, ptéropodes, céphalopodes du terrain dévonien de cette partie de l'Amérique du Nord. Avant d'exposer aux lecteurs de la *Revue* les résultats scientifiques acquis dans cet important mémoire, il convient de rappeler les volumes qui l'ont précédé, et de parler de l'immense mission que l'État américain avait confiée au professeur James Hall, mission qui a valu à la science la *Géologie,* puis la *Paléontologie de New-York.*

Les premières recherches du professeur James Hall furent faites dans l'État de New-York en 1837 ; il était appelé par le gouvernement de son pays en même temps que Mather, Vanuxem, Emmons, à réunir les matériaux d'une description géologique de cette région. Pendant les années qui suivirent, des rapports annuels de ces savants firent connaître leurs progrès et leurs découvertes, et en 1843, paraissaient en quatre volumes in-4° les quatre mémoires définitifs de la géologie de New-York. Ces quatre géologues s'étaient divisé l'État en quatre, et en sept ans ils étaient ainsi arrivés à relever la carte d'une région aussi étendue que l'Irlande, région inconnue jusque-là ; ils avaient de plus doté leur pays d'un travail devenu depuis le fondement de la géologie stratigraphique en Amérique.

La partie décrite par le professeur James Hall était la partie occidentale de l'État, c'est-à-dire celle où les couches non métamorphosées étaient remplies de fossiles, il se trouvait donc ainsi préparé à entreprendre la publication de la *Paléontologie de l'État de New-York,* dont il fut chargé officiellement en 1843. Cette *Paléontologie* devint bientôt l'œuvre capitale à laquelle M. Hall consacra tout son talent et toute son énergie: sous ce titre modeste, ce n'est pas seulement la description des fossiles trouvés dans les formations de l'État de New-York que l'illustre géologue voulait faire connaître au monde savant, il avait conçu le projet grandiose, presque entièrement accompli aujourd'hui, de figurer la faune de toutes les formations paléozoïques des États-Unis. Ce travail nécessitait des recherches préliminaires considérables. Il fallait d'abord parcourir les monts Apalaches depuis le Canada jusque dans l'Alabama, de l'Océan aux plaines du Mississipi, c'est-à-dire une étendue égale à la moitié de l'Europe, pour reconnaître l'ordre de succession des couches, leur parallélisme, leur continuité ou leurs interruptions, et enfin pour recueillir les fossiles pour les futures descriptions.

Ces longs et dangereux voyages dans des régions aujourd'hui civilisées, mais alors désertes ou sauvages, furent faits sans aucun secours officiel, et grâce à la seule initiative privée de leur auteur. Les résultats en furent considérables.

En 1847, le professeur James Hall faisait déjà paraître le tome I de la *Paléontologie de New-York,* volume de 340 pages et 90 planches. Avec ce volume, commence la série des publications paléontologiques de M. Hall, série non interrompue depuis 1847 jusqu'aujourd'hui, et qui comprend actuellement avec les huit volumes (certains tomes ont deux volumes) de la *Paléontologie de New-York,* vingt-neuf volumes in-8°, rapports annuels du State Museum d'histoire naturelle. Le tome I de la *Paléontologie de New-York* est consacré à la description de la faune du terrain silurien inférieur ; le tome II, à la faune

(1) James Hall, State Geologist of New-York : *Paleontology of the State of New-York,* part. II, vol. V. Albany, décembre 1879. C. Van Benthuysen and sons.

du terrain silurien moyen ; il est illustré de 85 planches ; le tome III, en 2 volumes, traite du terrain silurien supérieur, il contient 120 planches ; le tome IV renferme la description des brachiopodes du terrain dévonien avec 63 planches ; un sixième volume qui est hors série renferme 137 planches photographiées de fossiles dévoniens. Les sixième et septième volumes qui viennent de paraître forment la deuxième partie du tome V ; la première partie de ce tome comprenant les lamellibranches dévoniens paraîtra prochainement.

M. le professeur James Hall a divisé comme suit le terrain dévonien de l'État de New-York, de haut en bas :

Groupe de Catskill.		
—	Chemung.	
—	Portage.	
—	Hamilton.	Schistes de Genesee. Couches d'Hamilton. Schistes de Marcellus.
—	Upper-Helderberg.	Calcaire du Helderberg supérieur. Grès calcaireux de Schoharie. Grès à Cauda-Galli.

Ce terrain est surtout formé de calcaire à la base, tandis que les schistes et les grès dominent vers sa partie supérieure. Il n'y a pas lieu de s'occuper ici du grès à Cauda-Galli, ni du groupe de Catskill, car ces divisions ne contiennent pas de représentants des formes étudiées dans ce volume ; les espèces du Schoharie sont assez mal conservées, celles du calcaire d'Helderberg supérieur et du groupe d'Hamilton sont en bon état, celles des groupes de Portage et de Chemung sont moins belles. Nous allons examiner successivement ces différents groupes et tâcher de donner une idée de la faune de gastéropodes, de ptéropodes et de céphalopodes, qui y a été décrite par le professeur James Hall.

Gastéropodes. — Les *Platyceras* de la famille des capulides donnent au calcaire d'Helderberg son cachet le plus frappant : ils s'y trouvent en abondance et avec une variété de formes étonnante (vingt-trois espèces). Les grandes variations de formes et de caractères des *Platyceridæ* rendent toujours leur détermination très difficile, et il y a toujours des échantillons qu'on ne peut classer : on trouve tous les passages, et il y a des espèces qu'on devra peut-être réunir. Les *platyostoma* forment un autre groupe de capulides, comprenant quatorze espèces, parmi lesquelles il en est qui forment le passage au genre précédent ; deux espèces enlevées au genre *platyostoma* sont les types du nouveau genre *strophostylus* de M. Hall. Les capulides n'ont pas atteint le même développement en Europe qu'en Amérique, mais c'est cependant à la même époque qu'ils se montrent en plus grande abondance. En Allemagne, les platyceras et les platyostoma caractérisent les calcaires hercyniens de Kayser, mais font défaut dans le Spiriferen-sandsteine. Dans l'ouest de la France, ils abondent dans les calcaires hercyniens d'Erbray, ainsi que dans les calcaires dévoniens des Courtoisières, etc., tandis qu'ils manquent dans les grauwackes synchroniques des Ardennes et de la Bretagne. Ce sont plutôt des espèces des terrains calcaires, que des espèces caractéristiques de l'étage hercynien ; on ne peut pas distinguer les capulus actuels des platyceras dévoniens, et plusieurs auteurs réunissent ces genres depuis qu'on connaît bien ces coquilles. Le *Platyceras pyramidatum* (Hall) rappelle le *Platyceras Hercynicus* (Kayser), le *P. symmetricum* (Hall), le *P. uncinatus* (A. Rœmer), et le *P. carinatum* (Hall), le *P. Zinkeni* (A. Rœmer).

Il ne paraît pas y avoir de formes identiques communes entre les terrains dévoniens d'Amérique et d'Europe ; mais s'il nous est impossible d'assimiler des espèces des deux côtés de l'Atlantique, on se ferait cependant une idée fausse de ces faunes en négligeant toute comparaison. Les espèces américaines du dévonien ont en Europe des représentants dans le même terrain, ce sont des formes analogues, peut-être des variétés géographiques ? On voit du reste ce fait capital que le mouvement des genres et des familles a été en grande partie le même dans la série dévonienne des deux continents. Ainsi les *Macrocheilus* (Phill.) représentés par quatre espèces dans le dévonien de New-York sont des formes dévoniennes communes en Europe ; il en est de même des loxonema (dix-neuf espèces dévoniennes en Amérique), des évomphales (neuf espèces américaines), des pleurotomaires (vingt-quatre espèces), des murchisonies (six espèces), des bellerophons (vingt-quatre espèces), et des turbo (une espèce).

Le *Loxonema Hamiltoniæ* (Hall) d'Amérique rappelle le *Loxonema nexilis* (Phil.) d'Angleterre ; le *Evomphalus Decewi* (Hall), le *E. Wahlenbergii* (Gold.) ; le *E. clymenioïdes* (H.), le *E. planorbis* (Gold.) ; le *Pleurotomaria Lucinæ* (H.), le *P. rotundata* (Münst.) ; *P. Ella* (Hall), *P. radula* (Kon.) ; *P. filitexta* (Hall), *P. clathrata* (Münst) ; *P. trilia* (Hall). *P. quadrilineata* (Sandb.) ; *P. quadrilix* (Hall), *P. lenticularis* (Gold.) ; *Murchisonia desiderata* (Hall), *Murchisonia angulata* (de Vern.) ; *M. micula* (Hall), *M. bilineata* (Gold.) ; *M. maia* (Hall), *M. trilineata* (Sandb.) ; *Bellerophon curvilineatus* (Hall), *B. dubia* (d'Orb.) ; *B. acutilira* (Hall), *B. murchisoni* (d'Orb.) ; *B. brevilineatus* (Hall), *B. Vernenili* (d'Orb.) ; *B. natator* (Hall), *B. expansus* (Sow.) ; *B. leda* (Hall), *B. decussatus* (Flem.) ; *B. helena* (Hall), *B. hiulcus* (Mart.) ; *B. rotalinea* (Hall), *B. trilobatus* (Sow.) ; *B. mœra* (Hall), *B. tuberculatus* (d'Orb.) ; *Porcellia Hertzeri* (Hall), *Porcellia puzo* d'Europe.

Il y a donc des relations entre les faunes dévoniennes de gastéropodes des deux continents. Notons encore que le genre évomphale est divisé dans la *Paléontologie de New-York* en deux sections ayant pour types les *Straparollus* européens de Montfort, et les *Phanerotinus* de Sowerby ; le professeur James Hall retire de cette famille l'*Evomphalus Decewi* (analogue à notre *Evomphalus Wahlenbergii*, Gold.), pour en faire le type de son nouveau genre *Pleuronotus*. Les bellerophons sont aussi abondants dans le dévonien en Amérique qu'en Europe : il y en a cinq espèces dans l'Helderberg supérieur, quatorze dans l'Hamilton, cinq dans le Chemung ; il est intéressant de noter l'absence complète du genre voisin *Bucania* qui était au contraire si répandu dans le silurien de cette région.

Il y a toutefois certains genres de gastéropodes qui paraissent propres au terrain dévonien de l'Amérique, tels sont les cyrtolites de Conrad (deux espèces) et les *Cyclonema* (six espèces), nouveau genre de M. Hall, voisin des pleurotomaires.

Les *Callonema*, autre genre nouveau (trois espèces), où M. Hall fait entrer des *Isonema, Pleurotomaria, Loxonema*, ont peut-être un analogue en Europe dans la *Natica subpiligera* (Le Hon) du dévonien de Belgique. Il en est de même de son nouveau groupe *Palæotrochus* (une espèce) dont les moules ressemblent à la *Pleurotomaria Griffithii* de Mac Coy.

PTÉROPODES. — On connaissait bien peu de chose jusqu'ici des ptéropodes paléozoïques de l'Amérique; ils avaient cependant acquis un grand développement à l'époque dévonienne, car M. Hall en décrit trente-deux formes nouvelles, distribuées en sept genres différents.

Les tentaculites qui ont apparu dans le groupe silurien de Clinton dans l'État de New-York, et déjà même dans le groupe plus ancien de Trenton dans un État voisin, présentent des différences considérables avec les formes que l'on trouve plus haut dans le terrain silurien supérieur et le dévonien. M. James Hall est porté à considérer ces différences comme des différences génériques, et il limite le genre tentaculites aux formes coniques, droites, allongées, couvertes d'anneaux; ce genre ainsi défini n'aurait apparu que dans le silurien supérieur et serait représenté par six espèces dans le dévonien. Les espèces de *tentaculites* citées dans le silurien supérieur appartiendraient au genre cornulites qui aurait atteint son plus grand développement à cette période reculée et se serait éteint à l'époque de Niagara. Les tentaculites du dévonien d'Amérique ont des relations avec les formes européennes de la même époque; ainsi on peut comparer *T. attenuatus* (Hall) d'Amérique à *T. tenuis* (Sow.) d'Angleterre; *T. scalariformis* (Hall), à *T. scalaris* (Schlt.).

Le genre *Styliola* est représenté en Amérique par deux espèces dont une se présente sous quatre variétés, cette espèce *Styliola fissurella* est bien voisine de la *S. clavulus* (Barr.); elle a une vaste répartition géographique dans les États-Unis où elle a été reconnue sur une étendue de 700 milles. Ce genre n'avait pas encore été signalé en Amérique; il est important de remarquer qu'il apparaît sur ce continent comme en Europe après le genre tentaculites; il fait son apparition en Europe dans la faune troisième, il est limité au dévonien en Amérique.

Le genre coleoprion de Sandberger est représenté par une forme douteuse dans le groupe d'Hamilton. Le professeur James Hall a établi le genre coleolus pour six formes dont le type *C. tenuicinctum* avait été rapporté précédemment aux coleoprions; ce sont des formes tubulaires coniques, allongées, généralement droites et à épaisse coquille; elles sont ornées de stries ou d'anneaux obliques. Ce genre est limité au terrain dévonien.

Les hyolites se distinguent nettement de tous les autres genres de ptéropodes américains par leur répartition géologique; ils apparaissent dans le cambrien (Potsdam) et se trouvent jusque dans le dévonien et le calcaire carbonifère. Il est très singulier de voir ce genre diminuer dans le silurien moyen et disparaître même dans le silurien supérieur, pourtant si riche, on le sait, en fossiles et en autres ptéropodes, pour réapparaître avec six formes nouvelles dans le dévonien. C'est au contraire dans les faunes siluriennes deuxième et troisième, que ce genre a atteint son complet épanouissement en Europe. Il y a néanmoins des ressemblances entre les formes des deux continents: le *Hyolis aclis* (Hall) d'Hamilton ressemble au *Hyolites discors* de Barrande, le *H. striatus* (Hall), au *H. solitarius* (Barr.); le *H. singulus* (Hall), au *H. striatulus* (Barr.).

Il n'y a pas lieu d'insister sur le nouveau genre *clathrocœlia* établi d'après deux échantillons mal conservés du groupe d'Hamilton. Le genre européen *Conularia*, au contraire, est représenté par dix belles espèces nouvelles dans le terrain dévonien d'Amérique. Elles diffèrent de celles qui ont été décrites précédemment dans le silurien de cette même région, où M. Hall avait déjà fait connaître dix-sept formes spécifiques dans la faune seconde, elles diffèrent également des sept formes qui ont été reconnues dans le calcaire carbonifère.

CÉPHALOPODES. — M. James Hall admet entièrement, pour cette partie de son travail, les divisions génériques qui ont été établies avec tant de talent par notre illustre compatriote M. Barrande. Les orthocères américains, comparés à ceux de l'Europe et notamment à ceux de Bohême, présentent des faits intéressants. Les ornements de la coquille sont en général des stries lamelleuses imbriquées en Bohême, les ornements sont réticulés en Amérique. Les formes courbes, communes en Bohême, sont rares en Amérique. Les brevicones de M. Barrande sont à peine représentés en Amérique. C'est parmi les formes courbes qu'il y a plus de relations entre les formes américaines et les bohémiennes.

Les orthocères ont apparu en Amérique dans le terrain cambrien (grès calcifère); le sous-genre Endoceras n'a pas dépassé la faune seconde, les orthocères proprement dits se retrouvent jusque dans le permien. Il y a deux niveaux principaux d'orthocères dans le terrain dévonien; le schoharie-grit le plus riche en espèces et en individus, n'a pas plus de 10 mètres d'épaisseur; et le groupe d'Hamilton, épais de 400 mètres à l'est de l'État de New-York, se réduit à 100 mètres à l'ouest de cet État. Le schoharie-grit passe insensiblement à sa partie supérieure au calcaire de Helderberg supérieur, et il est curieux de voir décroître la faune des céphalopodes à mesure que le calcaire devient plus abondant dans la roche. Les orthocères sont répartis comme suit dans le terrain dévonien:

Groupe du Helderberg supérieur, comprenant le schoharie-grit	30
Groupe d'Hamilton	29
— Portage	4
— Chemung	19
— Waverly	7

Les formes du schoharie-grit, nombreuses et variées, sont généralement mal conservées; elles se trouvent dans un sédiment grossier et sont habituellement à l'état de moules internes. Cinq de ces formes se retrouvent dans le calcaire du Helderberg supérieur, il y a huit espèces propres à ce niveau, et deux ont continué dans le groupe d'Hamilton. Il y a

peu d'orthocères dans ce groupe d'Hamilton à l'est de l'État où il est schisteux, mais ils sont plus nombreux vers la partie centrale de l'État où les sédiments se chargent de calcaire. Il est intéressant de noter que les nautiles n'ont pas du tout la même répartition, ainsi on trouve déjà des nautiles dans les couches arénacées les plus orientales de ce groupe. Le groupe de Portage a une faune d'orthocères qui lui est propre, et a peu de caractères communs avec celle des groupes voisins. Les orthocères du groupe de Chemung présentent ce fait singulier d'être intermédiaires par leur forme générale entre celles du groupe d'Helderberg supérieur et celles du groupe d'Hamilton.

Les *Bactrites* sont peu répandues dans les États-Unis, on n'en connaît qu'une seule espèce dans les schistes de Marcellus. Les *Gomphoceras* ont à peu près la même répartition géologique que les orthocères, ils sont toutefois plus nombreux dans les calcaires du Helderberg supérieur, à l'ouest de l'État de New-York. Les espèces du schoharie-grit sont en général minces, mais il y a de grosses formes ventrues dans le calcaire de l'Helderberg supérieur; celles d'Hamilton au Chemung sont caractérisées par une grande proportion de formes courtes ovoïdes et par quelques formes plus grandes fusiformes. Les espèces d'Amérique, comparées à celles de Bohême, en diffèrent généralement par la forme de la bouche; elle est souvent formée par deux ouvertures réunies par un canal dans les espèces de Bohême, tandis que dans les espèces américaines les ouvertures se rapprochent et se confondent en une seule dont le contour est trilobé. Le schoharie-grit a fourni six espèces de gomphocères, le Helderberg supérieur six, l'Hamilton onze, le Portage un, et le Chemung deux; il est toutefois encore impossible de se rendre un compte exact de la faune céphalopodique de cette dernière époque, car elle a fourni un grand nombre de fragments d'espèces indéterminables.

L'existence des *Cyrtoceras* fut d'abord reconnue en Amérique par Conrad en 1838, mais il est difficile de limiter ce genre en Amérique, et il contient aujourd'hui, d'après M. Hall, bien des espèces aberrantes qui devront sans doute en sortir. Les gyrocères qui sont des cyrtocères à tours plus enroulés et disjoints présentent tant de relations dans la position du siphon et l'ornementation avec les cyrtocères américains, qu'on ne peut réellement les considérer comme des types génériques distincts et qu'il y a lieu de les réunir. Ainsi la série des *cyrtoceras alternatum, eugenium, citum,* est parallèle à la série des *gyroceras nereus, trivolve, laciniosum, matheri, paucinodum, undulatum;* on suit tous les passages dans les deux séries d'une même forme initiale droite à une coquille plusieurs fois enroulée. Un deuxième groupe comprenant des formes plus massives montre les mêmes relations entre les séries des *cyrtoceras jason* et des *gyroceras cyclops*. La distinction générique de toutes ces formes, basée sur le degré de courbure de ces coquilles, est entièrement artificielle et néglige les caractères essentiels qui réunissent toutes ces coquilles en un même groupe. S'il est facile de reconnaître un cyrtocère dans le terrain silurien, il devient de plus en plus difficile de le faire avec précision dans le dévonien, à mesure que les gyrocères se développent. La loi générale est pourtant que les gyrocères succèdent aux cyrtocères dans le temps. Ces formes sont représentées par six espèces dans le schoharie-grit, douze dans l'Helderberg supérieur, six dans l'Hamilton, et un dans le Chemung.

Le genre Trochoceras, établi par MM. Hall et Barrande pour des gyrocères enroulés en hélice, est essentiellement silurien en Amérique comme en Europe. Il a atteint son plus grand développement en Amérique à l'époque de Niagara; M. Barrande en a décrit quarante-cinq espèces dans le silurien de Bohême. Dans le dévonien d'Amérique, ce genre est limité au schoharie-grit qu'il ne dépasse pas; il y est représenté par neuf espèces différentes, elles paraissent tenir ici la place des nautiles qui y font entièrement défaut et qui, au contraire, les remplacent avantageusement à la période d'Hamilton.

Les nautiles remplacent par leur abondance dans le dévonien les orthocères que nous avons vus si prédominants dans le silurien; de même les gyrocères dévoniens se développent au détriment des cyrtocères siluriens; ce n'est toutefois qu'au milieu de la période dévonienne que la faune des nautiles est bien développée : il y en a dix espèces différentes dans l'Hamilton. Toutes présentent une remarquable unité dans le plan de leur ornementation. On doit rattacher au sous-genre Discites de Mac-Coy trois nautiles d'Amérique, deux du Helderberg supérieur, et un d'Hamilton; ils diffèrent des nautiles proprement dits par la forme anguleuse de la coquille, la position du siphon et le mode d'ornementation.

Les goniatites, à l'exception de la *G. mithrax,* trouvée peut-être dans le Helderberg supérieur de l'Ohio, n'ont apparu que dans les couches d'Hamilton. Elles s'y trouvent en foule; dès leur apparition elles présentent une remarquable variété de formes (7 espèces), et le type atteint déjà ses plus grandes dimensions dans l'Hamilton. Sa venue caractérise une époque qui diffère beaucoup par toute sa faune des précédentes; elles sont restées assez abondantes pendant les périodes suivantes, il y en a sept espèces dans le Portage, cinq dans le Chemung.

Toutes les formes que nous venons de passer en revue sont figurées, et avec un talent qui fait le plus grand honneur aux dessinateurs de M. Hall, MM. G.-B. Simpson et H.-M. Martin. Ce cinquième volume de la *Paléontologie de New-York,* dont nous avons tâché de donner une idée aux lecteurs de la *Revue,* est donc essentiellement un travail de spécification paléontologique; mais il contient en outre d'importantes remarques géologiques; telles sont les recherches faites par M. Hall aux environs de Louisville (Kentucky) pour fixer l'âge des nombreux fossiles qu'on trouve près des chutes de l'Ohio.

Ce volume est destiné comme la plupart des ouvrages précédents du même auteur à faire date dans la science; car, malgré les travaux de Rœmer, Sandberger, Kayser, Gosselet, sur le terrain dévonien, nous n'avons pas de description aussi complète de la faune de cette époque en Europe, que celle qui vient d'en être donnée en Amérique par le profes-

seur James Hall. Aussi la *Paléontologie de New-York* occupera-t-elle toujours une place d'honneur dans la longue liste des publications des *surveys* géologiques officiels, monuments impérissables libéralement distribués dans tous les pays civilisés par le gouvernement des États-Unis, noblement fier d'avoir fait plus qu'aucun autre pour le progrès des sciences.

Dr Barrois.

BULLETIN DES SOCIÉTÉS SAVANTES

Académie des sciences de Paris

SÉANCE DU 30 AOUT 1880.

M. *J.-L. Planchon* présente les caractères d'une vigne du Nouveau-Mexique et du Texas, dont la découverte botanique remonte à l'année 1834, mais dont la culture en Europe, relativement récente, lui a révélé l'autonomie, en lui permettant de la distinguer du *Vitis monticola* de Buckley.

Les graines de cette plante, reçues d'un pépiniériste très habile du Texas, M. Onderdonk, furent distribuées comme objet d'étude à plusieurs de ses clients, par M. Donysset, de Montpellier. Semées, en 1876, à l'École nationale d'agriculture de la Gaillarde, à l'École de pharmacie, ces graines ont donné des plants vigoureux sur lesquels l'auteur a pu retrouver les caractères des prétendus *monticola* de la collection Berlandier, et qui, presque tous semblables entre eux, sauf un pied de la forme tomenteuse, se distinguent aussi nettement que possible du véritable *monticola,* tel que feu Élias Durand l'a décrit d'après Buckley.

Insignifiante ou nulle pour la production directe, cette vigne sera probablement un porte-greffe de premier ordre en tant que résistance au phylloxera.

— M. *E.-H. Amagat* a été conduit à énoncer les lois suivantes relativement à la dilatation et la compressibilité des gaz sous de fortes pressions.

1° Le coefficient de dilatation des gaz (pour des températures non trop supérieures à la température critique) augmente avec la pression, jusqu'à un maximum, à partir duquel il décroît ensuite indéfiniment.

2° Ce maximum a lieu sous la pression pour laquelle le produit pv est minimum, alors que le gaz suit accidentellement la loi de Mariotte.

3° Ce minimum diminue pour des températures de plus en plus et finit par disparaître.

4° A une température suffisamment élevée, la compressibilité des fluides est représentée par la formule $p\ (v - \alpha) = \text{const.}$, α étant le plus petit volume que puisse occuper la masse du fluide; c'est la loi limite. Pour chaque gaz, α a une valeur spéciale.

5° Pour les valeurs inférieures à la pression critique, l'écart, d'abord positif pour une température suffisamment basse, devient nul, puis négatif, la température croissant; mais, à partir d'une certaine valeur négative, il diminue indéfiniment sans changer de signe.

6° Pour les pressions comprises entre la pression critique et une limite supérieure, spéciale à chaque gaz, la période pendant laquelle l'écart est positif est précédée, à plus basse température, d'une période où il est négatif, de telle sorte que l'écart change deux fois de signe.

7° A partir de la limite supérieure de pression indiquée dans la loi précédente, l'écart est toujours négatif, quelle que soit la température; il diminue en général quand la température augmente, sauf pour les pressions voisines de la limite, où sa variation est plus compliquée.

Ces écarts (de la loi de Mariotte) sont relatifs, bien entendu, à deux pressions quelconques, choisies arbitrairement dans les limites de pression indiquées par les lois.

— M. *L. Thollon* vient d'observer, le 30 août dernier, une protubérance solaire de dimensions peu communes. Observé avec la fente étroite d'un spectroscope, le jet lumineux a présenté des déviations de la raie C paraissant correspondre à une vitesse de 35 kilomètres à la seconde. La hauteur maxima de cette protubérance a été trouvée égale à 343 000 kilomètres, soit plus de la moitié du rayon solaire.

M. Thollon signale une particularité qui l'a vivement frappé: tandis que la partie inférieure et la partie moyenne de la protubérance donnaient une déviation de la raie C vers le violet, le sommet présentait, au contraire, une déviation à peu près égale du côté du rouge.

— M. *R.-P. Plimpton* a étudié les amylamines de l'alcool amylique inactif.

Le chlorhydrate d'amylamine, très soluble dans l'alcool chaud, est insoluble dans l'éther.

Le chloroplatinate se dépose de l'eau chaude en lamelles. Le sel d'or se dépose en lamelles jaunes, par le mélange des deux solutions et par l'évaporisation lente des cristaux clinorhombiques ressemblant à ceux de l'augite. Il se dissout dans l'alcool et dans l'éther.

La diamylamine et la triamylamine inactives se trouvent dans le résidu des bases brutes d'où l'amylamine a été séparée, sous forme d'une couche oléagineuse, qui a été séchée sur de la potasse et soumise à la distillation fractionnée.

— M. *Edm. Perrier* a été chargé par M. Alexandre Agassiz d'étudier et de décrire les nombreuses étoiles de mer (plus de trois cents) recueillies par ce dernier dans une série de dragages pratiqués dans les régions profondes du golfe du Mexique. Ce sont ces recherches dont M. Perrier présente un résumé à l'Académie. Il s'occupe seulement cette fois-ci de la grande division des *Asteriadæ* et décrit spécialement le *Zoroaster Sigsbeci,* le *Zoroaster Ackleyi* et l'*Hymenodiscus Agassizii* (noms donnés par lui à des espèces nouvelles).

— M. *E. Yung,* qui poursuivait à Naples des recherches sur les Céphalopodes, a retrouvé les principaux résultats établis par M. Richet, en particulier sur les écrevisses. « Les faits que j'ai constatés, dit l'auteur, sont parfaitement conformes à la loi posée par M. Richet, que les liquides acides ou basiques ne sont pas toxiques en raison directe de leur acidité ou de leur basicité. »

Les Céphalopodes sont extrêmement sensibles à l'action des acides minéraux; là où le papier de tournesol annonce à peine la présence d'un acide, un jeune poulpe ou un jeune calmar y manifeste immédiatement une vive douleur, et l'on a beaucoup de peine à l'y maintenir. Toutefois, pour devenir toxique, la dose doit s'élever plus haut.

Pour ce qui concerne les bases, les résultats n'ont pas cessé d'être comparables.

— M. *E. Yung* a étudié l'influence des lumières colorées sur le développement des animaux.

Des œufs de *Loligo vulgaris* et de *Sepia officinalis,* prove-

nant d'une même ponte, ont été placés dans des vases d'une contenance de 2 litres, dans lesquels l'eau était constamment et régulièrement renouvelée. Ces vases étaient renfermés eux-mêmes dans des bocaux de même forme, mais d'un plus grand diamètre, et, dans l'espace qui les séparait, on laissa couler des solutions diversement colorées. Leur bord supérieur était recouvert d'un carton épais, de telle manière que les œufs ne recevaient qu'une lumière à peu près monochromatique. Dans ces conditions, ils se développèrent inégalement, ainsi que cela se passe pour les œufs de *Rana esculenta, Salma trutta* et *Lymnea stagnalis*.

Le développement est activé par les lumières violette et bleue, retardé au contraire par la rouge et la verte. La lumière jaune est celle qui, à ce point de vue, se rapproche le plus de la lumière blanche.

— MM. *Dastre* et *Morat* ont constaté que la dilatation vasculaire provoquée par l'excitation du cordon cervical sympathique se reproduit avec la même netteté lorsque l'on agit, chez le chien, sur les rameaux communicants des deuxième, troisième, quatrième paires dorsales et sur le segment de la chaine ganglionnaire auquel aboutissent ces rameaux. En deçà ou au delà de ce département, l'excitation reste sans effet, c'est-à-dire que ni les filets dont la réunion forme le nerf vertébral, ni la portion inférieure de la chaîne thoracique n'influencent la circulation de la muqueuse buccale dans le sens d'un accroissement.

Ces expériences font ainsi connaître l'existence, l'origine et le trajet des nerfs vaso-dilatateurs de la région buccale. Elles ont été conduites de manière à vérifier les trois conditions nécessaires et suffisantes pour établir la réalité d'un nerf vaso-dilatateur, à savoir : 1° que les filets nerveux dont l'excitation amène la dilatation vasculaire observée appartiennent bien au sympathique et ne sont point des fibres d'emprunt ayant une autre source; 2° que la dilatation est *primitive*, c'est-à-dire qu'elle n'est pas le résultat de l'inertie d'un nerf vaso-constricteur fatigué par l'excitation; 3° enfin que la dilatation observée est *directe* et non réflexe, c'est-à-dire que le phénomène se passe tout entier à la périphérie, sans intervention possible de l'axe cérébro-spinal.

— M. *Ch. Richet* a montré qu'on peut injecter des doses énormes de strychnine sans provoquer la mort immédiate de l'animal, pourvu qu'on pratique la respiration artificielle. Cette expérience l'a amené à constater différents faits qui servent à connaître une des causes de la mort dans l'empoisonnement par la strychnine.

Si l'on injecte sous la peau d'un chien 0,003 de chlorhydrate de strychnine, bientôt l'animal est pris d'une violente attaque de tétanos. Cette première attaque est souvent mortelle. En effet, tout d'un coup les convulsions cessent. Le cœur, qui avait jusqu'alors continué à battre, ralentit peu à peu ses mouvements, qui enfin disparaissent, et l'animal meurt. Ce genre de mort n'est autre que l'asphyxie; car, si l'on fait faire au thorax, en le pressant, quelques mouvements respiratoires, bientôt les mouvements spontanés de la respiration reviennent, et l'animal continue à vivre. La mort eût donc été due à l'asphyxie, asphyxie dépendant de deux causes : premièrement, de la contracture des muscles respirateurs tétanisés; en second lieu, de l'épuisement des centres nerveux de la respiration. C'est à cette asphyxie primitive que remédie d'abord la respiration artificielle.

Mais il est une autre asphyxie qui n'a peut-être pas encore été décrite, et qui est une des principales causes de la mort par la strychnine : c'est l'asphyxie qui résulte de la combustion interstitielle énorme qui se fait dans les muscles violemment tétanisés.

En effet, si, après avoir injecté à un chien une dose mortelle de strychnine, soit 0,007, on pratique la respiration artificielle suivant les méthodes classiques (vingt à trente fois par minute), l'animal meurt, quelquefois au bout de dix minutes, en tout cas au bout d'une heure ou deux tout au plus. Or, si, pendant la vie, on examine le sang artériel, on peut constater que ce sang est noir et violacé, absolument comme du sang veineux. C'est ainsi que les choses se passent lorsqu'on fait vingt-cinq respirations artificielles par minute.

Il est facile de prouver que la coloration noire du sang est bien due à la combustion musculaire intersticielle. En effet, si dans un animal strychniné, soumis à la respiration artificielle, et dont néanmoins le sang artériel est noir, on injecte une petite quantité de curare, peu à peu les muscles se relâchent, et en même temps la température s'abaisse, et le sang artériel redevient rouge. On n'a cependant modifié sensiblement ni l'excitabilité ni l'excitation du système nerveux. On a fait seulement cesser le tétanos musculaire : la couleur violacée du sang artériel, indiquant l'état d'asphyxie de l'animal, est donc sous la dépendance de ce tétanos musculaire généralisé.

Ce qui prouve que cet état d'asphyxie est réellement une des causes de la mort par la strychnine, c'est qu'on peut faire vivre des chiens qui ont reçu 0,007 de chlorhydrate de strychnine, si l'on a pris soin de paralyser leur système musculaire par une dose suffisante de curare.

On peut s'expliquer maintenant ce paradoxe physiologique que la strychnine, à la dose de 0gr,5, tue bien moins rapidement qu'à la dose de 0,005. A la dose de 0,5, la substance grise de la moelle est si fortement empoisonnée, qu'elle ne peut plus donner de convulsions et que le tétanos musculaire est remplacé par la résolution de tous les muscles.

Il s'ensuit de ces faits physiologiques qu'en présence d'un empoisonnement par la strychnine il faudra faire la respiration artificielle, tant qu'il y aura un tétanos convulsif, très énergique et très fréquent (au moins soixante fois par minute), car autrement on n'introduirait pas dans le sang une quantité d'oxygène suffisante pour remplacer celui qui disparaît dans les muscles tétanisés. On pourra aussi introduire dans l'organisme des substances qui, comme le chloroforme, l'alcool et le curare, empêchent le tétanos musculaire de se produire. En effet, c'est ce tétanos musculaire généralisé qui est la cause immédiate de l'asphyxie promptement mortelle.

— M. *L. Amat*, pendant son séjour au nord du Sahara, a constaté à plusieurs reprises, pendant l'été de 1876, l'intensité d'action de l'électricité atmosphérique. Sans qu'il ait eu besoin de s'isoler du sol, il lui est bien souvent arrivé de faire jaillir de larges étincelles en passant un peigne de poche à travers les cheveux ou les poils de la barbe. Les conditions les plus favorables à la production de ce phénomène étaient un temps sec et chaud, le retour d'une longue course dans les plaines arides. Dès que les poils étaient un peu humides ou le temps légèrement couvert, ils ne produisaient plus d'étincelles ou de crépitations.

Les animaux, et en particulier les chevaux, présentent à un plus haut degré que l'homme le pouvoir de manifester ces phénomènes électriques. Les membres de la commission scientifique de l'expédition du Mexique ont fait la remarque

que, sur les hauts plateaux de l'Amérique du centre, les poils ainsi que les crins des chevaux arabes ou mexicains dégagent des étincelles sous le passage de la brosse ou de l'étrille. Dans le sud de l'Algérie, pendant les chaudes et sèches journées d'été, on voit, sur les chevaux arabes, de longs crins divergeant du centre de la queue, à la manière des filaments d'un balai déviés en éventail. Pour peu que l'on caresse de la main la queue de l'animal, on entend une série de petites crépitations dues au pétillement des étincelles imperceptibles pendant le jour, mais évidentes le soir et à la nuit close.

L'auteur a constaté que l'électricité dégagée par la queue des chevaux est positive et que les crins déviés se laissent attirer par une canne cirée au vernis de térébenthine. Après une petite pluie, ou pour peu que le sol soit humide, cette tension électrique n'est pas aussi considérable; dans les écuries, elle est moins sensible qu'au grand air. L'homme, en communication directe avec le sol, ne présente pas une accumulation de fluide électrique bien considérable, et le frottement est nécessaire pour le développer; mais ce fluide semble s'accumuler en plus grande quantité sur le cheval, chez lequel la corne des sabots paraît jouer le rôle de corps isolant.

Il résulte de ces observations que, dans les contrées tropicales, les phénomènes de l'électricité de la couche atmosphérique avoisinant le sol sont plus accentués que dans les régions tempérées.

BIBLIOGRAPHIE

Sommaire des principaux recueils de mémoires originaux.

Archiv für Physiologie de Dubois-Reymond. — Supplément de 1879-1880, fasc. 1, 2 et 3. — *Hall* et *Kries :* Durée de la réaction à une excitation dépendant du siège de l'excitation.— *Kronecker* et *Hall:* Le mouvement volontaire des muscles. — *Langendorff:* Trouble volontaire des mouvements respiratoires. — *Max Joseph :* Innervation réflexe des vaisseaux de la grenouille.— *Brieger :* Action physiologique de la catéchine, de l'hydroquinone et de la résorcine. — *Rawitz :* Vitalité de l'embryon. — *Stapff:* De la chaleur propre de la terre pendant la construction des tunnels. — *Aurep :* Empoisonnement par la nicotine. — *Gad :* Régulation de la respiration normale. — *Schmidt Mülheim :* Des peptones et de leur rôle physiologique. — *Gaule :* Animalcules dans les globules du sang de la grenouille. — *Fredericq :* Force électromotrice des nerfs des animaux à sang chaud. — *Ward:* Relâchement des réflexes par une série d'excitations faibles. — *Kufferalh :* Absence d'acides biliaires dans le sang après la ligature des conduits biliaires et du canal thoracique. — *Enko :* Élasticité musculaire. — *Hallsten:* Electrotonus dans les nerfs sensibles. — *Hallsten :* Puissance dioptrique et capacité d'accommodation de l'œil. — *Liebig :* Action de la pression atmosphérique sur l'inspiration. — *Schöen :* Dioptrique du cristallin et périscopie de l'œil. — *Rosenthal:* Du travail musculaire. — *Senator :* Réflexes des tendons et leur rôle dans le tonus musculaire. — *Anrep :* De l'oxycarbonate d'hémoglobine. — *Pinner:* Passage de l'œuf de l'ovaire dans la trompe de Fallope chez les mammifères. — *Scherhey :* Innervation du cœur de la grenouille.

— Société physiologique de Berlin (octobre 1879 à mai 1880). — *Busch :* Des trois théories de la formation des os. — *Horstmann :* Perfectionnements nouveaux de l'ophtalmo-microscope de Donders. — *Ewald :* Observations critiques sur la pneumatographie. — *Salkowski:* Formation d'urée et d'acides amidés dans l'organisme. — *Adamkiewicz :* Sécrétion de la sueur. — Fonction bilatérale de l'organisme. — *Wernické:* Anatomie du cerveau (chez le chien, le singe et l'homme). — *Munk :* Rapports entre la mort du muscle et la longueur de ses nerfs. — *Weyl* et *Anrep:* De l'oxycarbonate d'hémoglobine. — *Guttmann:* Parasites du sang dans la fièvre. — Appareil pour compter les globules du sang. — *Basch:* Appareil pour mesurer la pression artérielle sans l'ouverture des artères. — *Waldenburg:* Réponse à M. Basch. — *Casch:* Mouvements naturels des muscles. — *Fritsch:* Anatomie du cerveau des poissons. — *Lewin:* Influence du tannin sur l'élasticité des muscles. — *Basch :* Augmentation de l'excitabilité du cœur par des excitations électriques répétées. — *Kronecker:* Sommation des excitations et augmentation de l'excitabilité. — *Gad:* Oscillations respiratoires de la pression artérielle. — *Wolff:* Terminaisons nerveuses dans les muscles striés.— *Lewinski:* Hypertrophie du cœur dans les maladies du rein. — *Segen* et *Kratschmer:* Formation du sucre dans le foie. — *Christiani:* Galvanomètre pour l'électricité physiologique. — *Falk* et *Kronecker:* Mécanisme de la déglutition. — *Pincus:* Vaccine et variole.

— Bulletin de la société impériale des naturalistes de Moscou (année 1879, nos 3 et 4). — *Milachevitch :* Étude paléontologique sur les couches à *Ammonites macrocephalus*. — *Bedriaga :* Des amphibies et des reptiles de la Russie occidentale. — *Lindeman :* Monographie du Dendroctonus. — *Czerniawski:* Éponges du littoral du Pont-Euxin et de la mer Caspienne. — *Trautschold :* Invariabilité du niveau des mers; recherches géologiques dans l'Amérique du Nord (États-Unis). Biographie de Rodolphe Hermann. — *Cech :* Recherches sur le houblon sauvage de la Croatie. — *Bedriaga:* Distribution géographique des batraciens d'Europe. — *Trautschold :* La collection de météorites de l'Académie Pétrowski. — *Bredichin :* Observations de Jupiter en 1879.

— Archives néerlandaises des sciences exactes et naturelles (1880, t. XX, 1er et 2e livr.).— *Engelmann :* Phénomènes électriques du cœur à l'état d'activité. — *Treub:* Cellules végétales à plusieurs noyaux. — *Roorda Smit:* Les mines de diamants de l'Afrique australe. — *Buys Ballot:* Marche annuelle de la température en quelques lieux d'Europe et mesure de sa variabilité.— *Legebecke:* Propriétés générales d'une couche matérielle qui a le même potentiel qu'une masse donnée. — *Heringa:* Théorie des phénomènes capillaires. — *Grimois:* Charge double d'une distribution centrobarique de masse. — *Costerus:* Influence des solutions salines sur la durée de la vie du protoplasma. — *Oudemans:* Recherches sur la conquinamine. — *Riemsdijk:* Le phénomène de l'éclair dans les essais d'or, et l'influence exercée sur ce phénomène par les métaux du groupe du platine.

— Matériaux pour l'histoire naturelle et primitive de l'homme (mars-juillet 1880). — *Gossadini:* Un tombeau du premier âge du fer à Bologne. — *Ossowski:* Monuments préhistoriques de l'ancienne Pologne. — *Gaudry:* De l'existence des saïgas en France à l'époque quaternaire. — *Nicaise:* Le cimetière de Varennes près Dormans (Marne), époque de la pierre polie. — *Hardy :* Une grotte sépulcrale à Campniac près Périgueux. — *Fourdrignier:* Sépulture gauloise de la gorge Meillet. — *Delgado:* Les grottes de Peniche et Casa da Mourna (Portugal), station et sépulture néolithiques. — *Chatellier:* Exploration du tumulus de Kerhué-Bras-en-Ploneour Lauvern (Finistère).— *Beauvois:* Le navire du tumulus de Gorstad (Norwège).

— Annales des sciences naturelles (zoologie), 1880, t. IX, nos 1, 2, 3 et 4. — *Vayssière:* Recherches anatomiques sur les mollusques de la famille des Bullidés. — *Alph. Milne Edwards:* Note sur une nouvelle espèce de crustacé aveugle provenant des grandes profondeurs de la mer. — *Dugès:* Lettre relative à la placentation du *Dasypus novemcinctus*. — *Fabre:* Études sur les mœurs et la parthénogénèse des Halictes. — *Oustalet:* Description d'une nouvelle espèce de paradisier. — *Dobson:* Observations sur la classification méthodique et la structure des choiroptères.

— Journal de thérapeutique (mars-août 1880). — *Dally:* Traitement de la paralysie infantile (myélite aiguë des cornes antérieures de la moelle). — *Petit:* Études sur les ferments digestifs. — *Catillon:* Préparation de l'extrait de seigle ergoté. — *Reuss :* Gangrène du scrotum à la suite d'orchite blennorrhagique. — *Lannois:* Action esthésiogène de la pilocarpine. — *Coignard:* Traitement de l'albuminurie. — *David:* De la greffe dentaire. — *Seney :* Étude clinique des eaux du mont Dore. — *Reuss :* Étude clinique de la créosote. — *Courty:* Traitement des vieux ulcères de la jambe. — *Damourette* et *Hyades:* Effets nutritifs des alcalins (bicarbonates de potasse et de soude) à doses modérées. — *Faucher:* Traitement des maladies de l'estomac par les lavages. — *Grasset:* Action esthésiogène des vésicatoires. — *Landrieux :* Coxalgie d'origine paludéenne. — *Lebon :* De l'existence d'acide prussique et d'un nouvel alcaloïde dans la fumée de tabac.

CHRONIQUE

OBSERVATOIRE D'ALGER. — Nous apprenons que notre collaborateur M. Trépied, membre adjoint du Bureau des longitudes, vient d'être chargé de la direction de l'Observatoire d'Alger. M. Bulard est nommé astronome adjoint au même observatoire.

— EXPLORATIONS AFRICAINES. — A Naples, s'est constituée depuis peu — ainsi que cela s'est déjà fait en beaucoup d'autres pays — une société dite Africaine, ayant pour but l'exploration de l'Afrique centrale. Cette société doit encourager les voyageurs et les savants italiens, disposés à une exploitation de ces parages, et favoriser le développement des intérêts italiens dans les régions dont nous parlons.

— IMPORTATION DE L'ARGENT EN ANGLETERRE. — L'argent du Névada et de la Californie est expédié, sur le marché de Londres, en barres rectangulaires oblongues qui varient de mille à quinze cents onces chaque. Cet argent contient une certaine quantité d'or, et qui lui vaut le nom « d'argent doré ». Il est vendu tel quel sur le marché de Londres. Une autre forme de l'argent importé, le *Plata Pina,* originaire du Chili ou du Pérou, est obtenue par des procédés d'amalgamation en lingots cylindriques. Le *Plata Pina* contient aussi une certaine quantité d'or et de matières impures. On a constaté souvent la présence de morceaux de fer introduits dans les lingots pour en augmenter le poids; et il s'est trouvé des cas où le fer entrait pour plus de moitié dans le poids total. L'Amérique du Sud envoie également de l'argent sur le marché de Londres, en barres de métal d'un poids de deux à trois mille onces qui ont la forme demi-cylindrique. Elles sont généralement assez pures; toutefois il en est qui contiennent du soufre, de l'antimoine et de l'arsenic, ce qui rend le métal très cassant. Jusqu'en 1875, ces lingots étaient immédiatement fondus à leur arrivée et purifiés; actuellement ils sont vendus sans autre préparation, malgré les dangers que présente pour l'acheteur cette façon d'opérer.

— L'HAMEÇON ÉLECTRIQUE. — Une nouvelle manière de pêcher à la ligne vient d'être imaginée par un Allemand. C'est la pêche à l'hameçon électrique. Cette invention originale, qui figure à l'Exposition de pêcherie de Berlin où elle excite vivement la curiosité, consiste en un petit esquif qui peut être dirigé sans bruit vers n'importe quel point de l'eau au moyen d'un appareil à roue qui met en mouvement une hélice. Une fois arrivé à l'endroit voulu, il s'ancre lui-même contre vent et courant, tandis que la corde et l'hameçon glissent dans l'eau.

Le petit esquif renferme une batterie électrique et un électro-aimant qui sont disposés de telle sorte que la plus légère morsure effectuée par le poisson établit le courant électrique. Aussitôt, avec la rapidité de l'éclair, à l'aide d'un électro-aimant, ligne, corde, hameçon et poisson sont enlevés en l'air : une petite cloche tinte pour avertir le pêcheur qu'un poisson est pris et qu'il peut être débarqué en tirant le petit esquif qui est relié à la rive par une corde.

— UNE NOUVELLE CAVERNE DE MAMMOUTH. — Une découverte géologique du plus grand intérêt vient d'être faite dans le Kentucky, aux États-Unis. Une deuxième caverne de mammouth a été trouvée il y a quelques semaines près d'Hopkinsville.

On sait que la célèbre caverne du mammouth, la seule que l'on connût jusqu'ici, est située dans la partie sud de l'État de Kentucky. Elle consiste en un immense souterrain naturel que l'on a parcouru sur une étendue de 22 kilomètres jusqu'au delà des montagnes Rocheuses.

La nouvelle caverne renferme une forêt fossile de lépidodendrons gigantesques et de toutes sortes de fougères en excellent état de conservation et dans leurs positions naturelles. Les lépidodendrons s'élèvent jusqu'à une hauteur de 40 pieds, et ils forment une centaine de colonnes semblables à celles de la grotte de Fingal dans l'île de Staffa. L'écorce est en charbon bitumineux luisant, tandis que l'intérieur de ces plantes est un grès de quartz doux.

Les racines sont solidement attachées à la couche de charbon. On rencontre également des stalactites et des stalagmites transparentes, et d'autres formations dans cette caverne ignorée jusqu'à présent, et qui constitue pour ainsi dire un livre ouvert où l'on peut lire la solution de plus d'un des problèmes de la période carbonifère. Les coquillages et les débris aquatiques y abondent, et l'on y a également recueilli des restes d'animaux antédiluviens.

— LA VALLÉE DU GULF-STREAM. — Les journaux anglais publient les renseignements suivants sur une vallée sous-marine découverte dernièrement dans la mer des Antilles.

Le gulf-stream, ce grand courant d'eau chaude qui sort du golfe du Mexique et traverse l'Atlantique pour venir baigner les côtes occidentales de l'Europe et tempérer les rigueurs de l'hiver dans la partie nord de ce continent, va être soumis à un examen approfondi. Les Américains ont déjà commencé ce travail, et le bateau à vapeur le *Blake,* appartenant aux États-Unis, a fait dernièrement des sondages, des dragages et des observations sur la température dans la mer des Antilles, afin de reconnaître les causes du courant océanique. Ces recherches ont eu un résultat intéressant ; on a découvert une immense vallée sous-marine dans la partie ouest de cette mer; cette vaste dépression de la croûte terrestre s'étend entre les îles de Cuba et de la Jamaïque et la baie de Honduras. Elle a une longueur de 700 milles et une largeur de 80. Elle n'a jamais moins d'environ 2 milles de largeur, à l'exception de quelques points où s'élèvent des cimes sous-marines, et sa plus grande profondeur est d'environ 3 milles 1/2, à un endroit situé à 20 milles au sud du Grand-Caïman. Cette île qui n'émerge guère qu'à 20 pieds au-dessus du niveau de la mer est en réalité le sommet d'une montagne qui s'élève de son côté à 20 568 pieds au-dessus de la vallée sous-marine, et atteint par conséquent une hauteur dépassant celles de toutes les montagnes de l'Amérique du Nord. Il ressort de ce fait que la montagne Bleue de la Jamaïque s'élève à 29 000 pieds (hauteur de l'Himalaya) au-dessus de cette vallée sous-marine.

— L'ILE D'ALASKA. — Le gouvernement des États-Unis vient de publier le rapport du capitaine Bailley qui fut chargé l'été dernier de faire une inspection minutieuse de l'île d'Alaska et de ses ressources.

Suivant ce rapport, ce serait une folie de croire qu'une nombreuse population pût subsister à l'aide des ressources naturelles du pays, au nord et à l'ouest de Sitka. Dans la partie sud-est, on peut cultiver quelques légumes, mais pas en quantité suffisante pour les besoins d'une nombreuse population. Les prairies très vertes en été sont couvertes de neige pendant la plus grande partie de l'année ; les brouillards et l'absence de soleil rendent presque impossible de préparer les foins sur aucun point.

On a trouvé des quartz aurifères près de Sitka, et les rapports qu'on en fait sont encourageants. La principale richesse d'Alaska consiste dans la pelleterie et le poisson, mais les prix du poisson sont tellement réduits que cette branche d'industrie n'a donné presque aucun profit l'année dernière.

Le capitaine Bailley a constaté que la population, dans les ports et les différents établissements, est un peu au-dessus de 9000 habitants, dont environ 8500 sont Aleuts, indiens ou créoles ; il y a en outre 5000 sauvages dans l'intérieur et 5000 Esquimaux, dans la péninsule, à la limite de l'océan Arctique.

Les indigènes de l'intérieur forment une race de sauvages auxquels on ne peut se fier. Un schooner aborda à l'île Saint-Laurent, en septembre 1879 : tous les habitants, dans les trois établissements de l'île, avaient péri. Ils vivaient, pendant l'été, du produit de la pêche et de la chasse, et, pendant l'hiver, de chair de phoques, qu'ils prennent sur la glace. Au printemps de 1879, la glace se brisa de bonne heure, puis resta amoncelée sur toutes les côtes, de sorte qu'ils ne purent prendre ni poissons ni phoques. Ils moururent de faim.

Le capitaine Bailley était accompagné d'un chirurgien, M. Robert White, qui a écrit un intéressant rapport sur les maladies et la condition physique des habitants d'Alaska. Ces affections, le climat, leur nourriture particulière, l'air malsain des huttes qu'ils habitent, les rendent incapables de résister à une maladie aiguë ; aussi la proportion de la mortalité est-elle très élevée dans quelques localités ; elle s'élève même dans certaines îles de 5 à 8 pour 100. Les médecins indigènes n'emploient que la magie et les incantations. La crémation des morts est pratiquée par les Indiens des environs de Sitka.

Les Aleuts, Indiens des îles, ont diminué de 20 000 à moins de 4000 depuis que les Russes occupent le pays, cédant à la supériorité de la race, suivant une loi naturelle. Le docteur White décrit les habitations des Indiens des îles et de la terre ferme, et d'après sa description, on s'étonne que le chiffre de la mortalité ne soit pas encore plus élevé que celui que nous avons indiqué.

Le propriétaire-gérant : GERMER BAILLIÈRE.

PARIS. — Impr. J. CLAYE. — A. QUANTIN et Cᵉ, rue St-Benoît. [1353]

LA

REVUE SCIENTIFIQUE

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

REVUE DES COURS SCIENTIFIQUES (2^E^ SÉRIE)

DIRECTEURS : MM. ANTOINE BREGUET ET CHARLES RICHET

2e SÉRIE — 10e ANNÉE NUMÉRO 12 18 SEPTEMBRE 1880

Paris, le 17 septembre 1880.

Il est une question qui se présente périodiquement depuis plusieurs années, chaque fois qu'il est question d'établir un nouveau budget, et qui nécessiterait une prompte solution. Il s'agit de la construction d'un nouveau bâtiment pour l'Académie de médecine.

Voici en quelques mots quelle est la situation. Il y a huit ans environ, l'État, sur je ne sais quel compte de liquidation en litige entre l'État et la ville, a acheté pour l'Académie un terrain situé dans la partie supérieure du Luxembourg. Ce terrain est exactement délimité, et, depuis huit ans, l'Académie en a la possession. Mais cette propriété n'a pour l'Académie aucune valeur tant que l'édifice n'est pas construit.

Cet édifice coûterait 700 000 francs environ. Mais on se tromperait si on évaluait à cette somme l'argent que le budget devrait assigner aux frais d'installation et à la construction du nouveau bâtiment. En effet, M. Demarquay, en mourant, a laissé 100 000 francs dont il a spécifié l'emploi : construction pour l'Académie d'un bâtiment digne d'elle. Ces 100 000 francs grossissent un peu tous les jours ; mais il faudrait attendre cinquante années pour qu'ils représentassent une somme suffisant à toutes les dépenses. On pourrait aussi compter sur les dons qui ne manqueraient pas d'être faits. En résumé, il faudrait environ trois annuités de 150 000 francs inscrits aux budgets de 1882, 1883, 1884 pour que l'Académie eût enfin un local convenable.

L'état actuel est déplorable. Le bâtiment de la rue des Saints-Pères appartient, comme on sait, à l'Assistance publique, qui le loue à l'État moyennant une redevance. Les salles sont peu nombreuses et petites. Celle de la bibliothèque est mal éclairée, irrégulière, tout à fait indigne du nombre et de la valeur des livres qu'elle renferme.

Le nombre de ces livres est aujourd'hui supérieur à 100 000. Bien peu de bibliothèques médicales, même en Angleterre et en Hollande, sont aussi riches. Celle de l'Académie pourrait sans désavantage soutenir la comparaison avec celle de la Faculté et la partie médicale de la Bibliothèque nationale. Il y a entre autres une collection extrêmement importante et complète des principaux journaux de médecine de la France et de l'étranger,

Une des richesses de cette bibliothèque de l'Académie, c'est la collection de livres de feu M. Daremberg. Cette collection est composée de plus de 17 000 volumes, ayant trait presque tous à l'histoire de la médecine. On peut affirmer qu'il n'y a dans le monde entier rien de comparable. Il s'y trouve des elzévirs, des incunables qui manquent même à la Bibliothèque nationale et au British Museum.

Sait-on que ces magnifiques ouvrages sont relégués dans une petite salle basse, dans un escalier, pour mieux dire, empilés pêle-mêle les uns sur les autres, car l'espace manque pour les aligner, comme il conviendrait, dans une belle galerie vitrée?

Ce ne sont pas seulement les livres qui sont précieux. Il y a encore les archives de l'Académie de chirurgie et de l'ancienne Société royale de médecine, archives bien intéressantes, et où un érudit pourrait faire de curieuses découvertes. Tout cela est enfoui dans un grenier.

On a commencé à faire l'inventaire et le catalogue des imprimés et des manuscrits. Mais ce travail ne pourra être vraiment fructueux, la bibliothèque ne pourra être ouverte aux travailleurs, aux bibliographes, aux érudits, que lorsqu'elle aura quitté ces réduits où elle dort aujourd'hui.

Il n'est pas possible que cet état de choses persiste. Le remède est tout trouvé. Il faut qu'on décide la construction d'un bâtiment nouveau. De cette manière, l'hôpital de la Charité pourra recevoir l'agrandissement qu'il comporte, et on aura au Luxembourg une des plus belles bibliothèques médicales de la France.

ACADÉMIE DES SCIENCES

INAUGURATION DE LA STATUE DE BLAISE PASCAL, A CLERMONT-FERRAND

Discours de M. Cornu.

L'Académie des sciences, en répondant à votre appel, est heureuse de s'associer à l'hommage que la ville de Clermont-Ferrand, l'Auvergne et la France tout entière rendent aujourd'hui à la mémoire de l'un des plus puissants génies que la patrie française ait enfantés, et de venir saluer en Blaise Pascal un des grands initiateurs de la science moderne, on peut dire de la pensée humaine, dans le magnifique épanouissement dont le XVIIe siècle a été le théâtre. Galilée, Descartes, Pascal, Newton, Leibniz sont en effet les vrais créateurs de la philosophie naturelle que les philosophes anciens n'avaient fait qu'entrevoir, de ce merveilleux ensemble de sciences qui ont étendu presque sans limites la portée de l'intelligence et la puissance matérielle de l'homme.

L'Académie des sciences, fondée à l'aurore de cette brillante époque, se devait de venir apporter le témoignage de sa respectueuse admiration à l'un de ces grands hommes qui seront, en même temps que la gloire de leur pays, l'éternel honneur de l'esprit humain.

Mais le nom de Pascal est doublement cher à l'Académie; au témoignage de haute admiration dû au génie se mêle un sentiment plus doux, comme un souvenir de famille à l'égard d'un ancêtre vénéré : c'est qu'en effet la société où Pascal a vécu fut le berceau même de l'Académie des sciences; les amis de son père Étienne Pascal s'appelaient Roberval, de Carcavi, Ausoult, Le Pailleur; chaque semaine ils se réunissaient tantôt dans la cellule du P. Mersenne, le condisciple, l'ami et le correspondant de Descartes, tantôt chez Habert de Montmor, chez Melchisédeck Thévenot, ou chez Étienne Pascal pendant son séjour à Paris.

Dans ces réunions amicales, fondées sur le plus pur amour de la science, on s'entretenait des découvertes nouvelles touchant la physique et les mathématiques; chacun apportait ses observations, ses travaux, et surtout les lettres de leurs savants correspondants, Desargues, Fermat, Huyghens, Gassendi, Hobbes, Oldenbourg, Bayle, et des autres géomètres ou physiciens français et étrangers.

Blaise Pascal fut admis de bonne heure à ces conférences, et, malgré son jeune âge, « il y tenait fort bien son rang, tant pour l'examen, dit sa sœur Mme Périer, que pour la production; aussi son avis n'était-il pas moins écouté que celui de ces savants, car il avait des lumières si vives, qu'il lui est arrivé quelquefois de découvrir des fautes dont les autres ne s'étaient point aperçus ».

Telle fut la société au milieu de laquelle Pascal a grandi, entouré de l'admiration affectueuse que ses étonnantes qualités lui attiraient; société d'élite, dont presque tous les membres ont acquis une juste célébrité dans l'histoire des sciences.

Aussi lorsque, en 1668, Colbert, frappé de l'importance croissante du mouvement scientifique et des services que les sciences pouvaient rendre à l'État, proposa à Louis XIV la fondation d'une Académie des sciences, l'habile ministre n'eut qu'à choisir les plus illustres de cette société pour composer le noyau de la nouvelle compagnie : Roberval, l'ingénieux géomètre; de Carcavi, dépositaire des papiers de Fermat et le successeur du P. Mersenne dans l'amitié de Descartes; Huyghens, récemment appelé à Paris par le roi; Ausoult, l'ami et le collaborateur du célèbre astronome Picard, etc. Si la mort ne l'avait pas moissonné avant l'âge, Blaise Pascal eût été sans aucun doute désigné aussi par Colbert au choix du monarque et aurait pris place parmi les premiers membres de l'Académie des sciences avec ses maîtres et ses amis.

Nous ne le considérons pas moins comme l'un de nos glorieux ancêtres, tant a été féconde et salutaire l'influence qu'il a exercée sur cette pléiade de savants pour créer et affermir ces grandes traditions scientifiques qui ont présidé à la naissance et au développement de notre Académie.

Dès ses premières années, Pascal donna les marques d'un esprit extraordinaire, montrant le goût le plus précoce aussi bien pour les sciences d'observation que pour la géométrie. A douze ans, il fit, à propos d'un fait insignifiant que nous raconte sa sœur, une sorte de petit traité d'acoustique « qui fut trouvé, dit-elle, tout à fait bien raisonné ».

Dans ses heures de loisir, il invente la géométrie et retrouve la succession des trente-deux premières *propositions* d'Euclide. Son père le surprit au milieu de cette recherche qu'il faisait en cachette. Saisi d'admiration et d'étonnement, il lui permit désormais l'étude des mathématiques dont il ne l'avait pas trouvé digne jusque-là! A seize ans, il compose un traité des coniques si remarquable, qu'on disait « que depuis Archimède on n'avait rien vu de cette force ». A dix-huit ans, il invente et fait construire une machine arithmétique qui excite l'étonnement de tous ses contemporains, et avec laquelle, sans savoir aucune règle d'arithmétique, on pouvait exécuter les calculs numériques les plus difficiles. Le grand Leibniz ne dédaigna pas de travailler à perfectionner cette ingénieuse invention, et, de progrès en progrès, elle est devenue, sous le nom d'*arithmomètre,* une machine fort utile et fort répandue aujourd'hui.

Le nom de Pascal est maintenant populaire par la grande découverte à laquelle il est désormais attaché; je veux parler de la démonstration expérimentale de la pesanteur de l'air. En 1647, Pascal n'avait que vingt-trois ans lorsqu'il eut connaissance de la fameuse expérience de Torricelli, dont le P. Mersenne avait, de Rome, envoyé la description. Cette expérience, conçue à propos de la mésaventure des fontainiers de Florence, paraissait démontrer que la nature n'avait l'horreur du vide que jusqu'à une certaine limite, capable de soulever une colonne d'eau de 32 pieds ou une colonne de 27 pouces de vif-argent.

L'esprit du jeune homme, si enclin à l'observation des faits, si désireux d'en connaître les causes et si ardent à en poursuivre les conséquences, fut vivement frappé de cette

expérience; il la répéta sous toutes les formes, avec les appareils les plus variés : les uns fort simples, comme des pompes et des soufflets; les autres vraiment gigantesques, formés avec des tubes et des siphons de 50 pieds de haut, remplis successivement de toutes sortes de liquides. On devine aisément, à la lecture de ses *Nouvelles Expériences touchant le vide,* qu'il porte déjà dans son esprit une idée encore confuse de la cause dont il poursuit la démonstration avec méthode; mais il la garde encore secrète, moins par la crainte de heurter des préjugés que par le désir d'accumuler des preuves expérimentales indiscutables.

Dans cette première étude, qu'on jugerait fort mal aujourd'hui si l'on ne se reportait pas à l'époque, il établit deux faits importants : le premier, c'est que l'espace vide du tube de Torricelli « n'est rempli d'aucune des matières qui sont connues dans la nature et qui tombent sous aucun des sens ». L'assertion était bien hardie, car il s'attaquait à l'un des principes les plus incontestés du moment; il heurtait de front l'opinion de ceux qui, avec Aristote, soutenaient que le vide est impossible et que la nature souffrirait plutôt sa destruction que le moindre espace vide. Ses expériences montraient au contraire — et c'était là le second fait important — que si les corps ont de la répugnance à admettre un vide apparent dans leur intervalle, cette répugnance n'est pas plus grande pour admettre un grand vide qu'un petit.

Ces résultats expérimentaux auraient dû faire réfléchir les métaphysiciens; mais on n'était pas accoutumé, à l'École, à accorder une grande importance à des faits bien observés; les phénomènes n'étaient le plus souvent qu'un prétexte à philosopher et à faire briller les ressources des esprits subtils; on préférait donc recourir à des hypothèses sur les esprits ignés du vif-argent ou les pores du verre, plutôt que de supposer l'absence de matières pondérables dans la chambre barométrique. L'horreur du vide était une sorte de dogme fondamental qu'on ne devait point abandonner, et l'hypothèse de l'existence du vide passait pour une absurdité.

C'était même, paraît-il, une injure, ou du moins une calomnie ridicule jetée à la face de la nature; aussi le P. Noël, dans un opuscule contre Pascal, intitulé *le Plein du vide* et dédié au prince de Conti, pensait-il s'attirer la belle humeur de son juge en débutant ainsi :

« Monseigneur, la Nature est aujourd'hui accusée de vide, et j'entreprends de l'en justifier en la présence de Votre Altesse. Elle en avait bien été auparavant soupçonnée; mais personne n'avait encore eu la hardiesse de mettre des soupçons en faits et de lui confronter les sens et l'expérience. »

La réfutation des lettres et de l'opuscule du P. Noël montre Pascal comme un grand physicien. A l'encontre de son adversaire, qui entasse les hypothèses et même les contradictions, Pascal raisonne sur des faits précis, poursuit leur interprétation par des raisonnements serrés et distingue avec un bon sens admirable les points où la discussion est légitime de ceux où elle ne peut que s'égarer dans le vague, l'arbitraire ou les cercles vicieux. Son style, merveilleux de précision et de verve, est déjà celui de Louis de Montalte.

Mais toute cette polémique s'efface bientôt devant les preuves expérimentales qu'il apporte successivement. Désormais, il est en possession de la vraie cause de ces phénomènes; le vide barométrique est bien, comme il l'avait démontré, un espace inerte, dénué de matière exerçant une force élastique, et la colonne de vif-argent est soutenue par une pression extérieure qui ne saurait être, comme l'avaient soupçonné Galilée et Torricelli, que la pesanteur de l'air.

Il exécute d'abord une magnifique expérience qui aurait mérité de rester dans l'enseignement sous la forme même où Pascal la montra aux savants ses amis, à son beau-frère M. Périer, et probablement aussi à l'illustre Descartes, dans les deux visites que le grand philosophe vint lui faire les 23 et 26 septembre 1647. Cette expérience, qu'on pourrait nommer *l'expérience du vide dans le vide,* consista à placer un tube de Torricelli à l'intérieur d'un autre tube semblable, mais plus grand : « Le vif-argent du tuyau intérieur demeura suspendu à la hauteur où il se tient par l'expérience ordinaire, quand il était contre-balancé et pressé par la pesanteur de la masse de l'air; et, au contraire, il tomba entièrement, sans qu'il lui restât aucune hauteur ni suspension, lorsque, par le moyen du vide dont il fut environné, il ne fut plus du tout pressé ni contre-balancé d'aucun air, en ayant été destitué de tous côtés. »

De plus, « cette hauteur ou suspension du vif-argent augmentait ou diminuait à mesure que la pression de l'air diminuait ou augmentait »; enfin, « toutes ces diverses hauteurs ou suspensions du vif-argent se trouvaient toujours proportionnées à la pression de l'air ».

Cette expérience, si claire et si nette, ne constituait-elle pas à elle seule une preuve indéniable de l'existence de la pression atmosphérique, et par conséquent, de la pesanteur de l'air? Pascal, avec sa rigueur habituelle, ne crut pas devoir s'en contenter; il en voulut une démonstration encore plus parfaite, surtout plus frappante pour les esprits moins accoutumés que le sien à l'interprétation rigoureuse des faits; il la nomma « *la grande expérience de l'équilibre des liqueurs,* parce que, dit-il, elle est la plus démonstrative de celles qui peuvent être faites sur ce sujet, en ce qu'elle fait voir l'équilibre de l'air avec le vif-argent, qui sont : l'un la plus légère, et l'autre la plus pesante de toutes les liqueurs ».

C'est la fameuse expérience du Puy-de-Dôme. « Elle consiste, écrit-il à M. Périer, à faire l'expérience ordinaire du vide plusieurs fois en un même jour, dans un même tuyau, avec le même vif-argent, tantôt au bas et tantôt au sommet d'une montagne, élevée pour le moins de 5 ou 600 toises, pour éprouver si la hauteur du vif-argent suspendu dans le tuyau se trouvera pareille ou différente dans ces deux situations. Vous voyez déjà sans doute que cette expérience est décisive de la question, et que, s'il arrive que la hauteur du vif-argent soit moindre au haut qu'au bas de la montagne, comme j'ai beaucoup de raisons de le croire (quoique tous ceux qui ont médité sur cette matière soient contraires à ce sentiment), il s'ensuivra nécessairement que la pesanteur et pression de l'air est la seule cause de cette suspension du vif-argent, et non pas l'horreur du vide, puisqu'il est bien

certain qu'il y a beaucoup plus d'air qui pèse sur le pied de la montagne que non pas sur son sommet, au lieu qu'on ne saurait dire que la nature abhorre le vide au pied de la montagne plus que sur son sommet. »

Retenu à Paris par des souffrances qui ne le quittaient plus, Pascal pria M. Périer son beau-frère, alors en résidence à Moulins, d'exécuter l'expérience sur le Puy-de-Dôme. Un an s'écoula avant que les circonstances favorables fussent réunies, et ce fut seulement le 19 septembre 1648 qu'elle fut faite par M. Périer, en présence des personnes les plus savantes de Clermont-Ferrand.

On se rendit d'abord au jardin des Pères Minimes qui était au lieu le plus bas de la ville. Là, deux tubes identiques furent remplis de vif-argent et renversés dans leur cuvette, suivant le mode ordinaire. Le vif-argent resta suspendu dans chacun d'eux à la hauteur de 26 pouces 3 lignes 1/2. L'un des deux fut alors laissé en place à la garde de l'un des religieux de la maison qui se chargea de l'observer toute la journée. L'autre tube et une partie du vif-argent furent emportés, et tout le monde monta au Puy-de-Dôme, élevé au-dessus des Minimes d'environ 500 toises. Le tube fut rempli à nouveau; mais, cette fois, le vif-argent ne s'éleva qu'à 23 pouces et 2 lignes; il y eut 3 pouces 1 ligne 1/2 de différence, « ce qui, écrivit M. Périer en rendant compte de l'expédition, nous ravit tous d'admiration et d'étonnement, et nous surprit de telle sorte que, pour notre satisfaction propre, nous voulûmes répéter l'expérience »; ce qu'ils firent effectivement cinq fois avec le même succès. Au retour, on se rendit aux Minimes pour examiner le tube resté en observation; on retrouva le vif-argent à la même hauteur où on l'avait laissé, et l'on apprit qu'il était demeuré fixe toute la journée.

Cette expérience mémorable excita l'admiration universelle; elle porta le dernier coup à l'horreur du vide et ébranla la foi aveugle en toutes les causes occultes que l'École philosophique d'alors aimait à invoquer pour l'explication des phénomènes. Désormais, en physique, ce sera l'expérimentation la grande souveraine, et non plus cette philosophie raisonneuse et stérile qui se réclamait d'Aristote, mais qui, en réalité, avait perdu le chemin des sources fécondes où l'illustre philosophe avait puisé ses richesses.

Pascal ne se repose point après ce beau triomphe; il poursuit les conséquences de sa découverte avec une hardiesse incomparable; il montre que le tube de Torricelli donne le moyen de « connaître si deux lieux sont au même niveau, c'est-à-dire également distants du centre de la terre, ou lequel des deux est le plus élevé ». C'est, on le voit, la méthode du nivellement barométrique si usitée de nos jours. Il pèse l'atmosphère et montre que cet air léger, qu'on disait sans pesanteur, presse la surface de la terre, comme le feraient 8 milliards de milliards de livres. Il observe que cette pression est variable à chaque heure du jour suivant la température, l'humidité, la sécheresse, et fait exécuter des observations semblables à Clermont, à Paris, à Stockholm où Descartes, appelé récemment par la reine Christine de Suède, prend lui-même plaisir à les effectuer. Il compare les résultats et il en conclut qu'il existe une corrélation entre les variations du baromètre et celles du temps; et, avec cette pénétration qui caractérise son puissant esprit, il en aperçoit toutes les conséquences. « Cette connaissance, dit-il, peut être très utile aux laboureurs, aux voyageurs, etc., pour connaître l'état présent du temps et le temps qui doit suivre, mais non pas pour connaître celui qu'il fera dans trois semaines. »

Ainsi ce grand réseau d'observations barométriques simultanées, inauguré naguère par Fitz-Roy et Le Verrier, dont l'agriculture et la marine tirent aujourd'hui tant de profit, Pascal, il y a deux siècles, en avait aperçu l'utilité et signalé l'importance.

Le rêve du grand physicien est donc réalisé, et même au delà de ses espérances. Le baromètre est maintenant observé, pour la prévision du temps, dans toutes les grandes villes, et jusqu'au sommet du Puy-de-Dôme, dans ce magnifique Observatoire élevé en quelque sorte sous l'invocation du nom de Pascal, par la libéralité de la ville de Clermont, du département et de l'État.

L'ensemble de ces beaux travaux est exposé avec simplicité dans ses *Traités de l'équilibre des liqueurs et de la pesanteur de l'air*. Malgré la forme modeste sous laquelle Pascal présente ses résultats, on n'a pas de peine à reconnaître qu'il a fondé une nouvelle branche de la physique, l'hydrostatique, qu'Archimède n'avait pu dégager de sa fameuse trouvaille. La postérité a consacré ce titre de gloire, et l'on nomme *Principe de Pascal* le principe d'égalité de pression, base de l'hydrostatique que Pascal a su mettre en évidence pour ramener à une explication simple toutes les particularités de l'équilibre des fluides, et même le principe d'Archimède.

Voilà, certes, bien des titres à notre admiration; mais le propre du génie est d'épuiser tous les sujets qu'il embrasse et d'en faire jaillir des conclusions inattendues. Pascal nous en offre un brillant exemple. Parmi les plus puissants engins dont dispose l'industrie moderne, on doit citer la presse hydraulique. C'est à Pascal qu'on la doit; il la trouve comme conséquence de ses études, et non seulement il la conçoit, il la décrit, mais il signale sa puissance indéfinie et la condition fondamentale de son fonctionnement.

« D'où il paraît, dit-il, qu'un vaisseau plein d'eau est un nouveau principe de mécanique et d'une machine nouvelle pour multiplier les forces à tel degré que l'on voudra, puisqu'un homme, par ce moyen, pourra enlever tel fardeau qu'on lui proposera. Et on doit admirer qu'il se rencontre en cette machine nouvelle cet ordre constant qui se trouve en toutes les anciennes, savoir le levier, le tour, la vis sans fin, etc., qui est que le chemin est augmenté en proportion de la force. »

Ainsi, dans les applications les plus usuelles de la mécanique (pourquoi oublierions-nous le haquet et l'humble brouette qu'il a également inventés?), comme dans les spéculations les plus élevées de la science abstraite, ce génie pénétrant a laissé des traces profondes; il est le digne émule de Galilée et doit être compté parmi les fondateurs de la mécanique rationnelle.

En mathématiques plus encore qu'en physique, Pascal fut un inventeur de premier ordre si l'on en juge par la haute admiration de ses contemporains et par ceux de ses travaux, malheureusement en petit nombre, qui nous ont été conservés.

Son fameux *triangle arithmétique* est resté classique; mais on l'a dépouillé pour simplifier l'enseignement de toutes les belles applications que l'auteur avait su en faire, si bien qu'il ne paraît plus aujourd'hui qu'un simple tableau mnémonique, au lieu de constituer une véritable méthode d'investigation, un symbole abstrait, indépendant des chiffres qui lui avaient donné naissance. Aussi, en relisant le Traité du triangle arithmétique, concis et pourtant si clair, on est frappé de la facilité avec laquelle on retrouve les théorèmes relatifs aux combinaisons, la solution du problème des partis, le développement des puissances d'un binôme, etc.; et ce dernier d'une manière si directe, qu'on n'aurait fait aucune injustice au grand Newton si on avait appelé binôme de Pascal le développement que l'immortel auteur du livre des Principes n'a eu qu'à traduire en symboles algébriques.

Le problème des partis dont le triangle arithmétique fournit une solution élégante est célèbre dans l'histoire des sciences, car il est l'origine d'une science nouvelle, la *Géométrie du Hasard* ou *Calcul des Probabilités*. Comme pour plusieurs grandes découvertes accomplies par les génies de cette époque, Galilée et Newton, le point de départ paraît singulièrement futile : c'était alors la mode, parmi les savants et les curieux, de proposer des problèmes, soit qu'on en possédât par avance la solution, soit qu'on désirât la connaître; d'ailleurs il y avait toujours une certaine satisfaction d'amour-propre aussi bien à proposer un beau problème qu'à le résoudre avant les autres.

Un bel esprit, peu ou point géomètre, mais grand joueur, le chevalier de Méré, proposa à Pascal deux problèmes dont l'originalité fit certainement honneur à leur inventeur.

En combien de coups peut-on espérer amener *sonnez* avec deux dés?

Pascal résolut aisément le problème, et la solution est aujourd'hui vulgaire.

Le second était plus difficile.

Deux joueurs, jouant une partie en un certain nombre de points, en ont déjà chacun un nombre inégal, et ils veulent rompre la partie sans l'achever; on demande comment ils doivent partager l'enjeu.

Avec sa sagacité habituelle, Pascal le résolut également d'une manière très simple; puis, à l'aide de son triangle arithmétique, il étendit bientôt les résultats au cas beaucoup plus complexe de trois et même d'un nombre quelconque de joueurs. Il annonça à ses savants amis qu'il avait obtenu les solutions complètes et leur proposa de les retrouver. Roberval essaya, mais en vain; Fermat, au contraire, y parvint par une méthode ingénieuse, différente de celle de Pascal et fondée sur la théorie des combinaisons qu'il venait d'établir.

L'élan était donné. Les plus grands esprits, Huyghens, les Bernoulli, frappés de l'originalité des vues qu'on découvrait dans ces questions nouvelles, s'adonnèrent à leur étude; mais les méthodes auxquelles on avait recours dépassaient de beaucoup en étendue et en puissance le champ restreint des jeux de hasard. On ne tarda pas à reconnaître que les plus grands événements qui nous paraissent livrés au hasard, même ceux où la vie humaine est le facteur important, sont soumis à des lois fixes où la géométrie règne en souveraine. Des économistes comme Van Hudden, Jean de Witt, grand pensionnaire de Hollande, appliquèrent les principes du nouveau calcul à l'établissement des rentes viagères et des annuités; les géomètres et les statisticiens unirent leurs efforts à ceux des économistes et, grâce aux efforts de Moivre, Euler, Bayes, Price, Lagrange, Condorcet, Laplace, parvinrent à établir les règles mathématiques de ces associations devenues aujourd'hui vulgaires, mais qui, sous le nom d'*assurances,* rendent tant et de si éminents services.

Ainsi, cette géométrie de hasard, ce calcul des probabilités, qui paraît au premier abord établi sur un fondement si fragile, sur des éléments si fugaces, a conduit aux applications les plus positives; il apporte les bases indispensables aux associations de toute nature ayant pour but d'assurer la stabilité des fortunes, la sécurité des opérations, de prévoir les infortunes ou les désastres et d'en réparer les conséquences; le nombre et la grandeur des services rendus est si considérable, qu'on doit non seulement mettre de telles inventions au rang des merveilles de la science, mais encore en compter les initiateurs parmi les bienfaiteurs de l'humanité.

Ce serait donc une véritable ingratitude de ne pas rappeler que Pascal, avec Fermat, a jeté les premiers fondements de cette science féconde.

Dans ses travaux relatifs à l'analyse des courbes, Pascal est vraiment le précurseur de Newton et de Leibniz pour l'invention du calcul infinitésimal. Son génie, avant tout précis et rigoureux, ne se porte pas tout d'abord aux méthodes générales, aux vues d'ensemble qui comportent le plus souvent avec elles un vague ou une indétermination incompatible avec ses habitudes de rigueur; il se borne à des problèmes bien définis.

Il étudie une classe de courbes proposée, dit-on, à la sagacité des géomètres par le P. Mersenne; c'étaient les courbes que décrivent les points d'une roue roulant sur un plan. La courbe, nommée d'abord roulette, puis *cycloïde,* lorsque le point décrivant est sur la circonférence, porte, dans le cas plus général où le point est quelconque, le nom de *trochoïde*. Les géomètres les plus éminents dirigeaient alors leurs méditations vers la recherche des propriétés de ces courbes, problème d'autant plus intéressant qu'il paraissait dépasser en difficulté tous ceux que les philosophes anciens avaient légués à leurs successeurs. Aussi était-ce avec un véritable enthousiasme qu'on recevait et qu'on renvoyait à tous les coins du monde savant quelque propriété nouvelle. Roberval déterminait la tangente à la cycloïde, en mesurait la surface, en déterminait le centre de gravité; de Wren, la longueur de l'arc. Pascal y ajouta un grand nombre de déterminations relatives au centre de gravité des solides de révolution formés avec cette courbe. Ses solutions paraissaient si neuves et si ingénieuses, que l'illustre Huyghens, qui découvrit de si

belles propriétés à la cycloïde, lui déclare ambitionner l'honneur d'être appelé son disciple et parle de l'admiration et de l'étonnement que cause aux savants la publication de ses travaux.

C'est qu'en effet les méthodes imaginées par Pascal étaient entièrement originales et en avance sur celles de ses contemporains de bien des années, parfois de plus d'un siècle. Ainsi, lorsqu'il détermine des centres de gravité, des volumes ou des surfaces, dans ses *Traités de la roulette, des trilignes et des arcs de cercle,* il effectue de véritables intégrations vingt ans avant la découverte du calcul intégral par Newton et Leibniz; et dans la rectification de la trochoïde qu'il exprime par un arc d'ellipse, il ouvre en réalité la voie à Fagnano, à Euler et à l'illustre fondateur de la théorie des fonctions elliptiques.

Lorsqu'il accomplit ces merveilles, Pascal, accablé par la maladie qui depuis l'âge de dix-huit ans ne lui laissait pas un jour de repos, vivait retiré dans la solitude, le plus souvent près de ses amis de Port-Royal, partagé entre les souffrances de son corps et les angoisses d'une âme ardente dont les *Pensées* nous révèlent l'inquiétude, l'abandon mystique et la profondeur.

Si l'on songe que ces admirables travaux furent pour la plupart le fruit de quelques nuits d'insomnie où il se permit de laisser ses austères méditations pour adoucir l'amertume de son mal; si l'on songe que la mort le saisit à trente-neuf ans, que doit-on penser de la puissance de son génie, et combien doit-on regretter, en voyant la grandeur de son œuvre, qu'il n'ait pas joui d'une destinée plus longue et plus heureuse!

Tel fut le grand homme dont nous honorons aujourd'hui la mémoire. Physicien pénétrant, géomètre profond, écrivain incomparable, ouvrant partout des voies nouvelles et fécondes, Pascal a embrassé dans ses méditations tout ce que l'esprit humain peut atteindre de plus élevé; en tout il s'est placé au premier rang, et par chacune de ses œuvres il a mérité la reconnaissance de la postérité. Pour lui dresser cette statue, témoignage d'admiration et de gratitude, on ne pouvait choisir un lieu plus cher à cet immortel génie, plus digne des souvenirs qu'elle doit perpétuer : c'est la ville où s'écoulèrent les premières et les seules douces années de sa vie, où sa belle intelligence commença à s'épanouir au contact des grandeurs sévères de la nature, entre cette riche vallée de la Limagne et le sombre profil de ce Puy-de-Dôme, bientôt le théâtre de sa plus brillante découverte.

Aujourd'hui, à l'aspect de cette cité en fête, de cette immense foule accourue de tous les points de l'Auvergne et de la France pour saluer cette grande image, nous ne pouvons nous défendre d'une profonde émotion. Dans son orgueil de mère, Clermont a voulu rappeler près d'elle, après deux siècles d'absence, le plus illustre de ses enfants; elle en fête aujourd'hui le retour. Le voilà maintenant revenu au berceau de ses jeunes années, ramené par la reconnaissance de la postérité. Nous le retrouvons tel que nous aimons à nous le figurer, absorbé dans quelque contemplation sublime et reposant désormais en face du Puy-de-Dôme, témoin de son premier triomphe, monument impérissable de sa gloire!

L'Académie des sciences, chez laquelle le culte de Pascal est en quelque sorte une tradition de famille, vous remercie de l'avoir conviée à une telle fête.

CORNU.

INAUGURATION DE LA STATUE DE DENIS PAPIN, A BLOIS

Discours de M. de Lesseps.

J'ai été chargé par l'Académie des sciences, dans sa séance de lundi dernier, de la représenter à l'inauguration de la statue de Papin, hommage tardif rendu à l'homme de génie dont les découvertes ont renouvelé la face du monde.

Dans les pays libres, la postérité est reconnaissante; aussi voyez en Angleterre, aux États-Unis, en Belgique, en Hollande, en Italie, combien de monuments sont élevés en souvenir de ceux qui ont contribué à la gloire de leur pays et de leur siècle?

Lorsque l'Académie des sciences a bien voulu me désigner pour la mission qui m'amène auprès de vous, je lui ai répondu que j'acceptais cet honneur avec d'autant plus d'empressement et de gratitude que j'étais peut-être un des voyageurs qui avaient fait le plus grand usage de la vapeur.

En effet, dans les quatre premières années de la mise en mouvement de l'œuvre du canal de Suez, je faisais annuellement 10 000 lieues en chemin de fer ou en bateau à vapeur. Pendant la construction du premier bosphore artificiel, l'entreprise des travaux a employé journellement 10 000 chevaux-vapeur; nous comptons en employer 15 000 pour l'exécution du bosphore américain. Qu'il me soit donc permis d'acclamer dans sa ville natale le grand génie qui, le premier, a mis en pratique une invention destinée à réunir tous les peuples dans une confédération pacifique et civilisatrice.

L'invention de Papin, perfectionnée par ses successeurs, appartient aujourd'hui à tout le monde.

C'est une chose vaine que la lutte dans laquelle les nations cherchent souvent à faire valoir leurs droits à quelque grande découverte, sous prétexte que l'un de ceux qui y ont contribué leur appartient par la naissance. Il est évident qu'une grande pensée n'éclate pas spontanément et sans être produite par des précédents. Le terrain est déjà défriché, puis le temps en développe et mûrit le fruit jusqu'à ce qu'un penseur persévérant soit appelé à le recueillir. Colomb n'imagina pas d'emblée l'existence d'un continent nouveau; des indices, des études, des circonstances fortuites l'amenèrent à une découverte qu'il a eu seul le courage et la gloire de réaliser. Il en est de même de toutes les grandes conceptions. La boussole, l'imprimerie, l'électricité et d'autres inventions de premier ordre existaient en germe et s'agitaient à l'époque où elles firent explosion. Fermat et Pascal imaginèrent simultanément les principes du calcul infinitésimal; un demi-siècle après, Newton et Leibniz, amis et protecteurs de Denis Papin, en firent au même moment l'application. Lavoisier, Priestley, Scheele et Bayen découvrirent l'oxygène la même année.

Quant à la question de patrie, comment la résoudre avec impartialité? S'agit-il du lieu où l'inventeur prit naissance, ou de celui où l'invention apparaît pour la première fois? Huyghens et Cassini, l'un Hollandais, l'autre Italien, firent en France la plupart de leurs découvertes; Descartes et Papin, tous deux Français, passèrent les deux tiers de leur vie hors du sol natal; Poussin, notre compatriote, habita presque toujours l'Italie, et le compositeur Hændel vécut plus de cinquante ans en Angleterre. Est-ce à leur patrie originaire ou à leur patrie adoptive qu'appartiennent les œuvres de leur génie? Si Fulton a produit en France son projet de bateau à vapeur, avons-nous le droit de revendiquer son admirable invention? L'histoire de la science ne saurait s'arrêter à ces discussions; elle rend justice à tout homme qui présente des titres légitimes au développement de l'intelligence, au progrès de la civilisation, et ne voit dans tous ceux qui ont fait prévaloir une idée féconde que les membres d'une même famille, celle des bienfaiteurs de l'humanité.

Les grandes inventions destinées à changer la face de l'humanité n'entrent le plus souvent dans le domaine des faits accomplis qu'après avoir passé dans une filière, en quelque sorte providentielle, de tentatives isolées, mais résumées et appliquées par les études approfondies d'un homme perspicace et désintéressé, n'ayant d'autre guide que la science, et d'autre but que d'être utile à l'humanité, sans tenir compte du milieu d'erreurs et de préjugés dans lequel ses découvertes sont conçues ou mises en œuvre.

Denis Papin fut un de ces hommes exceptionnels.

Voici, en résumé, le bilan de ses travaux et de ses découvertes dont s'est emparée l'industrie contemporaine.

1674 à 1709. — Perfectionnements et modifications de la machine pneumatique.

1681-1687-1711. — Appareil employé de nos jours sous les noms de marmite de Papin, autoclave, etc.

1685. — Découverte du principe des siphons à pression de l'air, par la faculté qu'ils ont de s'épancher à la partie supérieure.

1687. — Découverte et première application du principe qui dirigera peut-être la locomotion de l'avenir : le chemin atmosphérique.

1695-1709. — Appareil fumivore ou de combustibilité de la fumée. Cette idée de Papin, reprise et perfectionnée depuis quarante ans, donne la vie à une foule d'usines.

1709. — Méthode d'administration d'air amélioré, soit en chambre, soit en serre à air comprimé, méthode qu'utilise avec avantage la thérapeutique moderne.

1681. — Gouvernement de la vapeur, soupape de sûreté.

1687-1695. — Robinet à deux voies doubles, dont Watt et Leupold ont fait un des principaux organes des machines à vapeur à haute pression.

1690-1695. — Application des appareils mécaniques de la vapeur. Mouvement de rotation. Condensation par le refroidissement. Piston et double effet à deux corps de pompe.

1690-1698. — Premières expériences d'une machine à vapeur à haute pression. Essai de combinaison de la machine atmosphérique et de la machine à jet direct de Salomon de Caus.

1698. — Wagon ou chariot mené par la vapeur sur un modèle réduit.

1704. — Construction d'un bateau à vapeur; les roues doivent, après un essai fait à force de bras, recevoir l'impulsion de la vapeur.

1707. — Lancement à l'eau de cette embarcation; réussite; sa destruction violente par une autorité ignorante et brutale et une population stupide.

1707. — Exécution définitive d'une machine à vapeur à haute pression, sans condensation, avec double soupape de sûreté et soulèvement d'un courant d'eau assez puissant pour faire tourner un moulin.

Résumons maintenant, pour les comparer à l'œuvre capitale de Papin, les diverses tentatives faites par ses prédécesseurs, afin d'employer la vapeur au service de la locomotion.

1543. — Blazco de Garay, Espagnol, fait dans le port de Barcelone, en présence de Charles-Quint, l'expérience d'un bateau sans voiles ni rames, par un procédé qui n'a pas été communiqué par son auteur et qui est resté inconnu.

1562. — Mathésius, Allemand. Simple assertion touchant l'emploi des machines à feu dans les mines de la Bohême.

1569. — Besson, Français. Expériences concernant le volume relatif d'une quantité d'eau et de vapeur, idée reprise, en 1601, par Porta, Italien; en 1613, avec plus de succès, par Moreland, Anglais.

1605. — Rivault, Français. Théorie neuve de la puissance élastique de la vapeur.

1614. — Salomon de Caus, Français. Appareil pour élever l'eau, basé sur la théorie de Rivault.

1629. — Branca, Italien. Mécanisme mû par un jet externe de vapeur, et un autre par un courant d'air chaud.

1683. — Moreland, Anglais. Rapport approximatif des volumes de l'eau et de la vapeur. Indication d'un moyen de gouverner les forces de la vapeur. Nul appareil. Nulle mise en œuvre.

Telle est l'histoire abrégée des effets mécaniques de la vapeur jusqu'aux temps voisins des expériences de Papin.

Répétons cette conclusion de M. de la Saussaye, savant auteur de la *Vie de Papin*, membre de l'Institut et de la Société académique de Blois :

« En ce qui regarde le seul gouvernement de l'eau vaporisée, qu'ont fait les successeurs de Papin, les Savery, les Newcomen, les Watt, les Leupold et tant d'autres? sinon d'agencer, de combiner, de modifier plus heureusement ce qu'il avait trouvé : la soupape de sûreté, le piston, le condenseur, l'épistome à quatre ouvertures, le double effet, la haute pression! Qui donc est l'inventeur, le vrai, le réel inventeur? La postérité a répondu : un Français, un Blésois, Denis Papin. »

F. de Lesseps.

PHYSIQUE

ASSOCIATION FRANÇAISE POUR L'AVANCEMENT DES SCIENCES

CONGRÈS DE REIMS

Section de physique.

La physique est mathématique ou expérimentale. Sous sa première forme elle se prête mal aux communications orales. On peut mettre en fait que, sur dix auditeurs, il en est deux à peine qui ont le courage de suivre l'orateur dans tous ses calculs, dans toutes ses transformations de formules, voire même dans tous ses raisonnements. Un manque d'attention d'une minute suffit pour faire perdre le fil des déductions, que l'on ne se donne pas grand'peine pour retrouver. En réalité, la physique mathématique se prête bien à la lecture, mais pas à l'audition, ou alors il faut s'astreindre à prendre des notes complètes, tout comme au collège, et à revoir ces notes à loisir peu de temps après les avoir prises.

La physique expérimentale, au contraire, donne merveilleusement matière à la conférence courte ou longue. Aride à la lecture dans les traités spéciaux, elle emprunte un intérêt immense au discours, au geste, au croquis fait au tableau, et surtout aux expériences. Aussi ne devrait-on pas hésiter dans les congrès scientifiques à faire de véritables sacrifices en vue de cette partie expérimentale. Nous croyons rencontrer peu de contradicteurs en affirmant que l'attraction des congrès serait plus que décuplée, si les communications étaient accompagnées des expériences que l'on ne fait que citer et décrire la plupart du temps. Et les sacrifices seraient-ils bien grands? seraient-ils surtout hors de proportion avec le succès et l'éclat de la session? Nous ne le pensons pas. Ils consisteraient d'abord, pour les savants, dans le transport gratuit de leurs appareils et dans la rémunération d'un personnel soigneux, affecté au déballage et au réemballage des instruments. Ils consisteraient à mettre, à la disposition des sections, une force motrice, des courants électriques, une provision de gaz d'éclairage, du gaz oxygène, etc., plus le matériel classique que l'on trouverait le plus souvent au lycée de la ville où l'on se réunit. En un mot, il faudrait indemniser complètement les expérimentateurs et ne leur refuser aucune ressource.

Il est clair que les dépenses ne devraient être faites qu'à bon escient et qu'il ne faudrait pas autoriser par avance toute personne à profiter des largesses de l'Association. Il ne faudrait même pas donner à tout le monde le droit de faire une communication publique. Si le bureau de chaque section est constitué une année à l'avance, ce n'est pas pour rester inactif pendant tout le temps qui sépare un congrès du suivant. Il serait désirable que chaque président et chaque secrétaire s'occupassent, durant ces douze mois, à décider tel ou tel savant à communiquer tel ou tel travail au *meeting*. Lorsqu'on aurait arraché une promesse et qu'il serait convenu qu'on préparerait laborieusement tout pour les expériences, personne ne pourrait plus se dédire sous peine d'impolitesse flagrante. Le devoir de chaque bureau serait ainsi de composer une session variée et intéressante et, sans chercher le nombre des communications, de penser que la session, quoique courte, est encore longue pour les travaux vraiment originaux et importants.

Au lieu de cela qu'avons-nous vu jusqu'à présent? Le premier venu annonce qu'il parlera sur un sujet quelconque, et cette annonce est accueillie avec empressement. Par bonheur, sur cinq de ces promesses, il n'y en a guère qu'une de tenue au jour du congrès, et il serait injuste de ne pas dire que celles qui n'ont pas lieu sont généralement les moins à regretter. Il en reste encore trop pourtant, car il nous a été donné d'entendre un membre obscur perdre un bon quart d'une séance de la section de physique à une *réfutation* en règle des lois de Newton! Ajoutons que les auditeurs prenaient en général la chose comme une sorte de récréation. N'eût-il pas mieux valu se récréer d'une autre manière, à tous les points de vue?

Nous savons bien qu'il est très aisé de souhaiter et moins aisé de réaliser les souhaits. Il nous semble pourtant qu'il faut tout faire pour réagir contre la tendance des congrès à trop accueillir les conférenciers quels qu'ils soient. Ce faisant, on a plus de parleurs et moins d'auditeurs; ne vaudrait-il pas mieux avoir moins de parleurs, mais les choisir tels que ceux qui voudraient les écouter seraient tout le monde? Il n'est pas douteux que l'intérêt bien entendu ne se trouve dans cette voie. Les présidents de sections auront plus de mal, c'est vrai, mais aussi plus d'honneur, tandis que *jusqu'ici leur* présidence a dû leur paraître singulièrement pénible à certains instants.

Je le répète, la réalisation du souhait que je viens de formuler se résume à une simple question d'argent. Que l'Association consente à subventionner les expériences de physiciens bien choisis et elle procurera un grand éclat à ses sessions. Les fruits qu'elle en retirera seront de nouvelles et nombreuses adhésions, et les cotisations l'indemniseront au quadruple de ses sacrifices.

Quant aux personnes qui, sans avoir de notoriété, témoigneraient le désir de faire des communications, leur rôle est tout tracé à l'avance. Elles devraient présenter au président de section, directement ou par l'intermédiaire du secrétaire général, un résumé de leur travail. Le bureau apprécierait. Il refuserait d'emblée ou accorderait une audience afin de mieux former son jugement.

C'est ainsi qu'on opère dans les théâtres ou en journalisme, et ce ne sont certainement pas les impresarios ou les rédacteurs en chef les plus accueillants qui ont le plus de spectateurs ou de lecteurs.

Il faut bien reconnaître d'ailleurs que le tour de France entrepris par l'Association ne pourra pas beaucoup tarder à se terminer une première fois. L'Association britannique, qui a servi de modèle à la nôtre comme organisation, ne lui est pas tout à fait comparable. En Angleterre, la décentralisation est aussi complète que la centralisation en France. Il n'est pas aisé de trouver dans nos provinces des centres scientifiques comme Glasgow et Cambridge. Aussi nos voisins ont-ils pu,

dans l'espace de cinquante ans, aller trois fois à Oxford, à Édimbourg, à Glasgow, à Cambridge, à Dublin, à Birmingham, à Liverpool, et deux fois à York, à Bristol, à Manchester, etc. Quant à nous, après avoir épuisé des cités comme Bordeaux, Lille, Lyon, etc., nous serons nécessairement obligés, avant peu, de nous contenter de villes de troisième et de quatrième ordre.

Or, depuis dix ans, on semble avoir compté sur les villes pour le succès des Congrès, et l'hospitalité la plus large n'a jamais fait défaut; mais il faut aussi, pour que ce mouvement puisse se continuer, que les villes y trouvent leur compte; or il est évident que jusqu'ici elles se sont plutôt imposé des sacrifices. Il est donc temps de chercher à rendre aux villes ce qu'on leur a demandé, et pour cela, l'Association doit faire naître d'elle-même les éléments de ses succès et en faire profiter les cités où elle se réunit. Jusqu'à présent elle a été reçue par les villes; il faut qu'aujourd'hui elle porte dans ces villes les fruits dont celles-ci ont pu semer le germe en elle. C'est une condition de vie ou de mort.

Les observations qui précèdent visent plutôt la section de physique que les autres; mais nous ne doutons pas que ces dernières ne trouvent aussi des moyens d'accroître leur importance, sans réclamer un concours pécuniaire bien considérable.

Un aperçu sommaire des divers travaux de la section qui nous occupe servira bien à montrer, à chaque instant, combien a été regrettable le manque de ressources matérielles.

M. *Duboscq* avait eu l'heureuse idée, pour sa part, de rendre les sociétaires témoins de ses belles expériences sur les miroirs japonais. La *Revue* a parlé des recherches que ce savant constructeur a entreprises avec la collaboration de M. *Bertin,* sous-directeur de l'École normale (1). Cette communication, une des seules qui fût purement expérimentale, a eu les honneurs du *bis,* si bien que, quelques jours plus tard, elle dut être recommencée devant une assistance plus nombreuse. M. Duboscq n'avait pas même appris à l'avance qu'il présenterait ses miroirs au congrès, tandis qu'une foule de communications moins intéressantes avaient été annoncées sans que leurs auteurs aient même pris la peine de venir à Reims. On voit que le cas de M. Duboscq plaide merveilleusement en notre faveur, puisque c'est la seule expérience véritable de la section et qu'elle a dû être reproduite deux fois.

Combien avons-nous regretté que M. *Marcel Deprez,* dont les communications ont été des plus importantes parmi celles qui se sont faites, n'ait pas apporté avec lui les appareils dont il entretenait l'assistance! Son moteur était bien connu des Parisiens qui avaient pu le voir fonctionner à la Société de physique; mais combien de professeurs de province auraient désiré l'examiner de près!

Ce moteur, on le sait, ne diffère de la machine Siemens dite à double T, qu'en ce que la bobine longitudinale est placée dans le plan des branches de l'aimant. Le champ magnétique est ainsi mieux utilisé, et une machine Deprez d'un poids donné possède un meilleur rendement qu'une machine Siemens de même poids. Ce genre de moteur n'est, à vrai dire, approprié qu'aux petites dimensions, car, pour peu que l'on veuille obtenir des effets plus considérables, les électro-aimants deviendront plus légers que des aimants de même puissance, et les machines dynamo-électriques sont disposées de manière à profiter au maximum de leur champ magnétique. Les machines de Gramme à aimant, elles-mêmes, sont supérieures à la machine de M. Deprez, grâce aux armatures de fer doux qui prolongent les aimants de manière à envelopper la bobine de toutes parts, et elles peuvent fournir un courant égal à celui de la machine dont nous parlons, avec une vitesse moindre de la bobine. Néanmoins, M. Deprez, qui utilise sa machine surtout au point de vue du moteur électrique, affirme qu'elle peut servir à

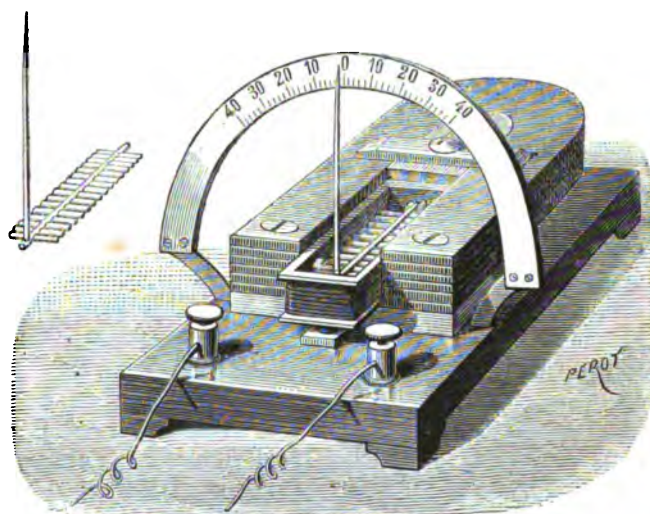


Fig. 18. — Galvanomètre de M. Marcel Deprez.

actionner une machine à coudre ordinaire sans dépenser plus de 7 centimes par jour de zinc et d'acides, cela en dehors des frais d'amortissement du matériel bien entendu.

M. Deprez a également présenté son nouveau *galvanomètre à indications rapides,* invention beaucoup plus originale, selon nous, que le moteur dont nous venons de parler. Le principe de cet instrument consiste dans l'emploi de plusieurs aiguilles de fer doux de la plus grande légèreté soumises à l'action directrice d'un aimant relativement très puissant. Le conducteur du courant qui doit agir sur l'aiguille est enroulé autour d'un petit cadre rectangulaire situé entre les aiguilles et les branches de l'aimant. La figure 18 montre l'ensemble de ce galvanomètre. Ses indications sont pour ainsi dire instantanées, sans que sa sensibilité soit diminuée pour cela. Si le galvanomètre est traversé par un courant dont le circuit comprenne un électro-aimant un peu énergique, l'aiguille montrera les diverses valeurs de l'intensité du courant pendant sa période d'établissement. C'est dire à quel point un semblable appareil est précieux pour les recherches qu'on peut se proposer en électro-dynamique et combien il peut rendre de services. Ces galvanomètres sont d'ailleurs con-

(1) Voyez *Revue scientifique* du 29 mai 1880.

struits et étalonnés de telle sorte que l'on puisse évaluer en *webers* (unités d'intensité de l'Association britannique) les courants que l'on cherche à mesurer.

Il n'est pas sans intérêt de signaler l'analogie que le galvanomètre Deprez présente avec le *syphon-recorder* de sir William Thomson. On sait que le syphon-recorder est le seul appareil télégraphique existant aujourd'hui, qui permette de transmettre des signaux écrits à travers de longs câbles sous-marins (1). Le syphon-recorder et le galvanomètre Deprez reposent tous deux sur les mêmes principes de mécanique. Chez tous deux la force directrice de l'aimant fixe est considérable, et l'aiguille ne possède qu'un moment d'inertie très faible, afin de pouvoir obéir instantanément aux moindres variations du courant extérieur.

Le même physicien a enfin parlé de son ingénieux mesureur d'énergie. Mais les lecteurs de la *Revue* ont eu la primeur de cette invention qui a été décrite, sous le nom de compteur à électricité, dans le n° 37 du premier semestre de cette année, aussitôt après sa présentation à la Société de physique.

Quelques autres travaux concernant l'électricité ont été exposés devant le congrès. Nous les examinerons rapidement.

M. *Baille*, secrétaire de la section, a indiqué une méthode dont il s'est servi pour mesurer les forces électromotrices de quelques piles, en valeur absolue. L'appareil employé était une balance de torsion ordinaire du genre de celle à l'aide de laquelle Coulomb a établi les lois fondamentales de l'électricité statique. Une des boules, la boule fixe par exemple, était portée à un potentiel constant et connu, tandis que la boule mobile était chargée par la pile à étudier. Le principe, on le voit, diffère peu de celui des électromètres absolus de Thomson; aussi M. Baille a-t-il pu arriver à des résultats du même ordre que ceux du grand physicien de Glasgow.

On sait que les corps isolants mis en contact avec des conducteurs électrisés absorbent une certaine quantité d'électricité et la restituent ensuite peu à peu à un conducteur préalablement déchargé. M. *Baille* s'est proposé d'étudier de près ce phénomène, et c'est le *replenisher* de Thomson qui lui a servi à constater que les corps isolants ne se déchargent jamais d'une façon complète. Le *replenisher* pouvait, en effet, mieux que tout autre appareil, trahir les traces les plus faibles d'électricité, car cet instrument n'est autre qu'une machine électro-statique qui, pour s'amorcer, ne nécessite que des charges pour ainsi dire infiniment petites. M. Baille a pu vérifier de la sorte un fait intéressant, à savoir que les charges résiduelles finales arrivent toujours à être constantes pour un même potentiel initial.

M. *Debrun*, préparateur à la Faculté de Bordeaux, a présenté une forme nouvelle d'électromètre capillaire. On sait que cet ingénieux appareil, dont la découverte constitue un des titres scientifiques les plus considérables de M. *G. Lippmann*, se répand de plus en plus dans les laboratoires où il rend des services inespérés au point de vue de la sensibilité. La modification proposée par M. Debrun, qui consiste à rendre oblique le tube capillaire, rend certainement les lectures plus faciles; mais, à notre sens, elle enlève à l'instrument son plus grand mérite, celui d'être d'une sensibilité prodigieuse. Ajoutons que M. Debrun ne l'ignore pas, puisqu'il annonce des mesures à 1/300e de volt près, tandis que l'électromètre, sous sa première forme et avec son microscope, sert à évaluer 1/10 000e de volt, comme l'indique M. Lippmann.

M. Debrun a répété en outre l'expérience curieuse qui consiste à faire écouler du mercure par un tube capillaire et à vérifier que, par le seul fait de cet écoulement, il se produit un courant électrique dans la colonne mercurielle dont le circuit est complété par des fils de platine convenables. On sait que cette expérience faite, si nous ne nous trompons, en 1873, par M. Lippmann, a été répétée ensuite par M. *Quincke*, et étendue par lui à un grand nombre de liquides: alcool, eau salée, eau distillée pure et privée d'air, etc. Le sens du courant est resté le même avec tous les liquides employés par M. Quincke.

M. Debrun a résumé les résultats de ses travaux sous la forme des deux lois suivantes :

1° Les variations capillaires occasionnées par l'électricité sont dues à des changements produits dans la composition des surfaces mercurielles par des actions électrolytiques;

2° La production des courants par les variations capillaires est due à des changements dans la concentration des impuretés déposées à la surface du mercure, changements occasionnés par les différences d'aires de la surface.

Il nous semble que M. *Robert Sabine* avait formulé des conclusions analogues dans son mémoire sur l'électricité dégagée entre des surfaces de mercure et sur les mouvements produits dans le mercure par la désoxydation de ce métal, paru dans le *Philosophical magazine* de décembre 1876.

Mais, pour notre part, la théorie de M. Lippmann rend un compte plus exact des phénomènes électro-capillaires et nous hésitons à accueillir sans réserves celle de M. Debrun et de M. Sabine.

En dernier lieu, M. Debrun a fait fonctionner devant l'assistance une petite lampe électrique à incandescence, d'une construction remarquablement simple. Cette lampe diffère peu, comme l'a dit l'auteur, quant à son principe, de celle de M. *Reynier* qui est assez connue pour n'avoir pas besoin d'être décrite ici.

Les lampes à incandescence n'ont pas d'ailleurs réussi à pénétrer dans la pratique industrielle, sauf de rares exceptions. La cause en est dans la force motrice considérable qu'elles nécessitent pour n'en utiliser qu'une fraction. Dans la lutte du gaz et de l'électricité, il s'agit de part et d'autre de fournir de la lumière à bon marché. Les régulateurs ont présenté et présentent encore à cet égard les conditions les plus favorables. Qu'est-ce en effet, à proprement parler, que la lumière? C'est le résultat de l'action de la chaleur sur un corps capable d'émettre des radiations lumineuses. Pour que la lumière soit intense, il faudra réaliser deux conditions : d'abord choisir le corps de telle sorte qu'il émette des rayons visibles à la température la plus basse possible, et ensuite lui fournir une quantité de chaleur considérable. Le corps en

(1) Voir *Revue scientifique*, p. 935, n° du 3 avril 1880, fig. 145.

question ne devra pas être trop facilement fusible, afin de ne pas nécessiter un renouvellement trop fréquent. Or de quelle manière les courants électriques donnent-ils de la chaleur? C'est en traversant des conducteurs qui leur opposent une certaine résistance. Cette production de chaleur s'effectue suivant la loi de Joule, c'est-à-dire qu'elle est proportionnelle au carré de l'intensité du courant et à la résistance du conducteur. On voit par là que la région la plus résistante dans le circuit sera la plus échauffée, mais qu'en somme tout le circuit subira une élévation de température. Pour l'application qui nous occupe, toute chaleur obscure représente de l'énergie dépensée en pure perte, puisque ce qu'il nous faut, c'est de la lumière. Les conditions réellement économiques du problème consistent donc à faire en sorte que les parties du conducteur qui doivent s'illuminer offrent une résistance colossale par rapport à celles qui n'ont d'autre rôle que d'amener le courant. Dans ce cas seulement, la chaleur qui se développera sera immense dans les lampes et négligeable pour ainsi dire dans le reste du circuit. Est-ce là le cas des lampes à incandescence? Non certainement. Tandis que l'arc voltaïque jaillit à travers une véritable solution de continuité d'un circuit électrique et présente par là une résistance prodigieuse au passage du courant, les minces crayons de charbon des lampes à incandescence ne sont que de médiocres conducteurs. Aussi le courant qui fournira 800 becs Carcel dans un régulateur ne donnera-t-il pas 100 becs dans un système à incandescence. Ce dernier possède, il est vrai, l'avantage de se prêter à la division de la lumière, mais le gaz jouit aussi de la même propriété.

En résumé, nous pensons que, lorsque les locaux à éclairer ne se prêtent pas à l'installation des puissants foyers électriques que permettent d'obtenir des régulateurs, c'est au gaz que l'on doit avoir recours jusqu'à nouvel ordre.

Pour en finir avec les communications relatives à l'électricité, nous dirons quelques mots de la théorie générale des machines magnéto-électriques, présentée par M. *Antoine Breguet*. Jusqu'à ce jour, les machines magnéto-électriques ont été décrites dans tous les traités de physique en suivant l'ordre purement historique. On commence par celle de Pixii, pour finir par celle de Gramme et aucune liaison théorique bien rigoureuse ne les groupe dans un même ensembe. M. Breguet a réussi à analyser chacune des machines connues et à les ramener à un type simple commun qui peut se représenter par la roue de Barlow. La méthode employée par l'auteur est celle de Faraday. Les lignes de force magnétique sont en effet d'un usage plus commode que les courants moléculaires d'Ampère et simplifient singulièrement l'intelligence des phénomènes d'induction. Il y a quelques années déjà que M. Breguet s'efforce de vulgariser la notion des lignes de force déjà si répandues en Angleterre, et l'an dernier, à Montpellier, il avait présenté une collection d'appareils de rotation destinés à établir de la façon la plus nette la théorie des machines du genre de celles de Gramme (1).

(1) Voir les *Annales de chimie et de physique*, janvier 1879.

Pour passer de l'électricité aux autres branches de la physique, les travaux de M. *Mercadier*, le savant directeur des études à l'École supérieure de télégraphie, nous serviront de transition.

M. Mercadier a entretenu l'auditoire des progrès de la télégraphie optique, destinée surtout, comme on le sait, aux opérations militaires. Il a terminé par la description d'une nouvelle lampe de son invention, appropriée aux conditions particulières du problème. Cette lampe est à pétrole et à oxygène, et son faible poids la rend extrêmement facile à transporter avec rapidité d'un point à un autre.

Le même physicien a fait encore deux autres communications, dont l'une, en son nom et celui de M. Cornu, se rapporte à un travail relatif à la mesure des coefficients d'élasticité des fils métalliques.

L'autre était faite au nom du colonel *Mangin*, qui n'avait pu venir présenter lui-même son réflecteur aplanétique et son projecteur. Ces appareils relativement nouveaux sont assez intéressants pour que nous devions y insister quelque peu.

Le réflecteur en question a pour objet de réfléchir, suivant un faisceau cylindrique, les rayons émis par un point lumineux placé à son foyer, ou bien de concentrer en un point unique un faisceau incident, composé de rayons lumineux parallèles entre eux, c'est-à-dire de fonctionner comme la surface concave d'un paraboloïde de révolution.

On sait que, lorsqu'on emploie un miroir sphérique concave pour réfléchir un faisceau incident composé de rayons lumineux parallèles entre eux, les rayons incidents très voisins de l'axe se réfléchissent en concourant sensiblement vers un foyer, milieu du rayon du miroir, parallèle à la direction d'incidence du faisceau; pour les rayons plus écartés de l'axe, les rayons réfléchis correspondants rencontrent ce dernier en des points de plus en plus rapprochés du miroir. C'est cette dissémination qui constitue l'aberration de sphéricité par réflexion.

Dans la disposition du colonel Mangin, le réflecteur est une lentille de verre divergente terminée, d'une part, par une surface convexe qu'on recouvre d'une argenture, et, d'autre part, par une surface sphérique concave dont le rayon de courbure est plus court que celui de la face convexe et qui est traversée deux fois par les rayons lumineux, une fois avant la réflexion sur la face argentée et une seconde fois après cette réflexion.

L'influence de cette traversée des rayons lumineux à travers la lentille divergente consiste à les faire diverger par réfraction, comme s'ils émanaient de foyers virtuels différents. Cette dissémination des foyers virtuels constitue l'aberration de sphéricité par réfraction.

Le colonel Mangin a eu l'idée extrêmement ingénieuse d'établir par le calcul la relation qui doit exister entre les rayons de courbure des deux surfaces sphériques et l'indice de réfraction de la substance de la lentille divergente, pour que cette aberration de sphéricité par réfraction annule les effets de l'aberration de sphéricité par réflexion sur la surface argentée.

Il est intéressant de remarquer que cette élégante solution

est analogue à celle que Fresnel a donnée pour les lentilles de phares; mais, tandis que cette dernière ne pouvait être qu'une solution par discontinuité des surfaces, celle du colonel Mangin pour les miroirs a présenté l'avantage de la continuité.

C'est un réflecteur de cette espèce qui est employé dans les appareils de projection de lumière électrique. Il est placé au fond d'une sorte de lunette, supportée par deux tourillons horizontaux, sur une fourche mobile elle-même autour d'un axe vertical. Cet ensemble de support permet de faire occuper à l'axe optique du réflecteur, et par suite, au faisceau lumineux qui lui est parallèle, toutes les directions dans l'espace.

L'auteur a démontré qu'un réflecteur dont le foyer est occupé par une source lumineuse est vu au loin comme s'il était illuminé en tous les points de sa surface d'une lumière de même intensité que celle de la source, quelle que soit la distance focale de ce réflecteur. Il résulte de là que le terrain est éclairé à une distance donnée comme si la source lumineuse, sans rien perdre de son intensité spécifique, prenait les dimensions du miroir projecteur; le rapport du carré du diamètre du réflecteur au carré du diamètre de la source lumineuse donne la mesure de l'amplification d'éclairement; c'est ce que le colonel Mangin appelle le pouvoir condensateur de l'appareil de projection.

L'effet de la distance focale porte uniquement sur l'amplitude angulaire du champ éclairé et l'étendue absolue du terrain éclairé possède un diamètre proportionnel à celui de la source lumineuse et à l'éloignement de l'objet éclairé du miroir et inversement proportionnel à la distance de la source du sommet du miroir. Ces deux propriétés ne sont exactes physiquement qu'autant que le réflecteur est aplanétique comme celui du colonel Mangin. Quand il en est autrement, les aberrations étendent le champ lumineux au détriment de l'intensité et dans des proportions très considérables, au point de ne laisser que le quart ou le cinquième de l'éclairement que l'on aurait avec un miroir aplanétique.

Ajoutons qu'à l'aide d'un réflecteur de $0^m,30$ de diamètre et de $0^m,165$ de distance focale, si l'on emploie la source lumineuse que produit une machine de Gramme d'un petit modèle (absorbant un cheval et un quart de force motrice), on a pu rendre visible des objets, des maisons, des navires, à une distance de 2500 mètres.

Une des communications qui a paru intéresser le plus la section a été celle de M. *Merget*, professeur de physique à la Faculté de médecine de Bordeaux. Les travaux de ce savant se rapportent à un phénomène d'un ordre absolument général, qu'il a découvert il y a quelque temps et sur lequel la *Revue* aura à revenir. Bornons-nous pour cette fois à indiquer ce que M. Merget a dit à Reims.

Les végétaux et les animaux aquatiques sont enveloppés d'une couche gazeuse adhérente, de très faible épaisseur, dont on peut démontrer expérimentalement l'existence, et qui constitue autour d'eux une atmosphère limitée, jouant à leur égard le rôle de l'atmosphère illimitée dans laquelle vivent les animaux et les végétaux aériens.

C'est dans cette atmosphère limitée que se diffusent, d'une part, les gaz dissous dans l'eau; d'autre part, les gaz provenant de l'organisme végétal ou animal.

Si l'on prend, par exemple, une plante aquatique exposée à la lumière solaire, comme son système lacunaire intérieur ne contient alors que de l'azote et de l'oxygène, l'atmosphère limitée ambiante, qui communique avec ce système par les ouvertures naturelles ou accidentelles de l'enveloppe épidermique, présente aussi la même composition que l'atmosphère intérieure; et cela suffit pour déterminer une diffusion rentrante de l'acide carbonique, en même temps qu'une diffusion sortante de l'azote et de l'oxygène.

S'il s'agit d'un animal aquatique à branchies, tel qu'un poisson, dans l'atmosphère limitée qui enveloppe les lamelles branchiales, il y a, au contraire, diffusion sortante de l'acide carbonique provenant de l'organisme animal, et diffusion rentrante de l'oxygène dissous dans l'eau.

Quelques savants étrangers avaient honoré la session de leur présence, et deux d'entre eux, M. Dufour et M. Broch, ont exposé le résultat de leurs travaux les plus récents.

M. le professeur *Ch. Dufour*, de Morges (Suisse), a parlé de mirages que l'on voit sur les lacs de la Suisse aussi bien que sur le sable du désert. En effet, depuis le mois d'août jusqu'au printemps, spécialement dans les heures de la matinée, l'eau de ces lacs est plus chaude que l'air. Les conditions sont donc les mêmes que celles qui dans le désert produisent le mirage; l'effet est donc le même aussi.

Quand Monge donna l'explication du mirage, il *supposait* que les couches d'air voisines du sol étaient plus chaudes et partant plus légères que les couches supérieures, mais il ne put pas le prouver expérimentalement. Cette preuve a été établie par M. Dufour. Quand sur le lac Léman le soleil était encore caché par les montagnes, il a pris la température de l'air à différentes hauteurs et a pu constater qu'en effet cette température diminuait à mesure que l'on s'élevait.

Ce mirage produit souvent des apparitions étranges; ainsi, quand un bateau se trouve près du point où le rayon lumineux est tangent à la surface de l'eau, on voit le mirage du ciel au-dessous des bateaux; ceux-ci paraissent voguer dans l'air et se mouvoir comme le feraient des oiseaux. Quand depuis Villeneuve, on voit le bateau à vapeur aller de Montreux à Vevey, il suit les côtes couvertes de vignobles, dont le mirage se fait au-dessus du bateau. Celui-ci paraît alors voguer au milieu des vignes.

Mais, quand l'air est plus chaud que l'eau, ce qui arrive généralement au printemps et en été, dans l'après-midi des jours de beau temps, on se trouve dans des circonstances opposées à celles du mirage du désert; et la trajectoire du rayon lumineux tourne sa concavité contre l'eau, et non plus sa convexité; alors, on voit apparaître des objets qui, en réalité, sont cachés par la rondeur de la terre.

Souvent les couches d'air présentent des irrégularités de température; dans ce cas, les rayons lumineux éprouvent des réfractions anormales, qui ne sont pas toujours les mêmes pour la partie supérieure et pour la partie inférieure des objets. Par conséquent, ceux-ci sont tantôt déprimés, tantôt amplifiés d'une façon extraordinaire. Un objet éloigné, situé

au bord du lac, qui aurait dû avoir une hauteur apparente de 10″, paraissait pendant quelques instants en avoir une de 1′ 18″. Ces amplifications sont quelquefois encore plus considérables.

Quand de telles déformations s'exercent sur de petites maisons, généralement cachées par la rondeur de la terre, mais qui deviennent visibles par le mirage opposé à celui du désert, celles-ci apparaissent alors semblables à des palais; et comme la lumière qu'elles envoient se répartit sur une surface beaucoup plus considérable, elles sont grises au lieu d'être blanchâtres, ce qui leur donne un aspect encore plus grandiose.

C'est la *Fata morgana* que nous voyons sur le lac Léman, aussi bien que sur les côtes d'Italie.

Les mirages, surtout le mirage du désert, ne sont donc pas rares sur les lacs de la Suisse. Cependant nombre de personnes assurent n'en avoir jamais vu. Leur erreur provient de ce qu'elles attribuent à la réflexion sur l'eau ce qui en réalité est un mirage. Quand on a l'œil près de l'eau, il est très rare que l'on puisse voir l'image réfléchie d'un objet éloigné, situé aussi près de cette surface. Quand on voit une pareille image, il est probable que c'est un mirage.

En effet, il est évident que cette image sur l'eau occupe un espace considérable. Or il est très rare que l'eau soit suffisamment tranquille sur une aussi grande étendue; et, quand il en serait ainsi, la rondeur de la terre serait assez sensible pour produire une dépression de l'image dans le sens vertical, comme cela se passe sur un miroir convexe.

C'est ce dont on peut se convaincre en soumettant cette question à l'épreuve du calcul. On trouve alors que l'image d'un édifice est considérablement déprimée, et que les hommes prennent par là même l'apparence de chiens, puisqu'ils semblent très petits et très larges. Il est nécessaire, pour que ce phénomène se produise, que la surface du lac soit absolument calme et fasse miroir. Ces aspects inattendus sont comme une nouvelle preuve de la rondeur de la terre. Lorsqu'on se trouve placé dans des circonstances convenables, il paraît que l'on a le sentiment de cette rondeur d'une manière aussi apparente que celle d'une boule que l'on tiendrait dans sa main.

M. *Broch,* correspondant de l'Académie des sciences, a exposé un travail qu'il a entrepris sur le poids spécifique des monnaies. Il avait été amené à craindre que les chocs du balancier et la présence de l'air dans l'intérieur du métal provenant de la fusion n'apportassent des modifications variables aux poids spécifiques. Ses recherches, faites avec un soin extrême, lui ont montré que ce poids spécifique reste rigoureusement constant au bout d'un certain nombre de chocs, et cette constance lui paraît même être un moyen propre à contrôler la pureté des métaux entrant dans l'alliage monétaire et la bonne fabrication des pièces elles-mêmes.

M. *Guillemare,* professeur au lycée de Reims, a décrit la préparation et les propriétés de la soléine. Cette substance, qui n'est en somme que l'essence de térébenthine bien purifiée, s'obtient par la distillation de la colophane ordinaire. Elle brûle dans une lampe à double courant d'air avec une intensité lumineuse considérable. Il faut avoir soin de nickeler le bec et de maintenir le liquide dans un état de pureté absolu, car il brûle mal aussitôt qu'il contient en dissolution l'acide carbonique de l'air ou les composés de cuivre et de zinc. Ce liquide ne présente qu'une tension de vapeur très faible à la température de 100°, et aucun danger d'explosion n'est à craindre.

La distillation de la soléine donne naissance à des huiles lourdes, appelées dans leur ensemble méta-soléine. Il existe des lampes spéciales pour brûler encore ce produit.

M. *Janssen,* membre de l'Institut et vice-président du congrès de l'an prochain, a donné la description de photographies solaires qu'il a obtenues à l'observatoire de Meudon. Il insiste sur une particularité curieuse qu'il a déjà signalée à l'Académie des sciences et que pour cette raison nous ne rappellerons pas.

Que dire en somme de cette session, que nous venons de résumer à grands traits? Sans nul doute, elle a présenté de l'intérêt, mais il n'est pas possible de la considérer comme exceptionnellement brillante, et cela sans faire aucun tort aux physiciens qui ont bien voulu y prendre la parole. Combien, en effet, y-a-t-il eu d'orateurs en tout pour cinq séances de deux heures et demie chacune? Douze tout au plus, c'est-à-dire un orateur par heure. La proportion ne serait pas mauvaise si la plupart des communications avaient été tout à fait nouvelles, mais ce n'était pas le cas. La Société de physique et la Société d'encouragement nous avaient fait connaître depuis bien des mois les intéressants travaux de M. Deprez et d'une façon plus complète qu'à Reims, puisque le congrès n'a été témoin d'aucune des expériences décrites. M. Debrun avait montré son électromètre à la réunion des Sociétés savantes, à la Sorbonne, pendant les vacances de Pâques; et il faut noter qu'à eux deux M. Deprez et M. Debrun ont fait réellement six communications différentes.

Les membres du bureau composé de M. Mercadier, président, et de M. Baille, secrétaire, ont dû payer de leur personne, et il y a lieu de leur être reconnaissant de leurs efforts et de leur dévouement; mais ils ont dû parler chacun trois fois, ce qui est clairement avouer que leur secours était nécessaire.

La présentation par M. Mercadier des appareils du colonel Mangin a dû certainement exciter l'intérêt; mais n'eût-il pas fallu rendre tout le monde témoin des splendides expériences auxquelles donne lieu le projecteur? Était-ce là une chose bien difficile à obtenir du ministère de la guerre? Nous nous rappelons, pour notre part, avoir assisté, une nuit, au mont Valérien à des manœuvres de projections de lumière électrique, nous sommes donc bien fondé à affirmer que de semblables expériences auraient laissé un souvenir ineffaçable chez tous ceux qui les auraient vues.

Sans insister davantage sur ce qui a fait défaut à Reims (ce que nous ne faisons, on l'aura compris, que dans l'intérêt de l'Association) souhaitons seulement pour les années suivantes, autant de bonne volonté, mais plus d'efforts et de préparation avant la dernière heure.

DÉMOGRAPHIE

L'infécondité de la France.

LES FAITS — LES CAUSES — LES REMÈDES (1).

4° *Causes physiologiques.* — De toutes les calamités qui peuvent fondre sur un pays et arrêter le mouvement de sa population, surtout quand ce pays s'est déjà fait remarquer par son infécondité, la plus douloureuse, dans ses résultats, c'est la guerre. La guerre a, sur les autres fléaux, cette triste supériorité que ses effets se prolongent beaucoup plus longtemps, frappant jusqu'aux générations à venir. On a remarqué que les épidémies commencent par frapper les individus les plus débiles, les plus affaiblis par les privations, les maladies ou l'âge, pour n'attaquer que plus tard, si elles s'aggravent, les organismes sains et vigoureux. Il en résulte, pendant un certain temps, une forte diminution des décès et un accroissement de naissances résultant d'un plus grand nombre de mariages. Les vides faits dans la population sont ainsi promptement comblés, et, en définitive, ce sont les sujets les moins aptes à la reproduction qui ont disparu. Pour les pertes de guerre, il en est tout autrement. C'est l'élite de la population mâle adulte qui a disparu et sans aucune compensation. Loin de là, on voit presque immédiatement le nombre des mariages et, par conséquent, des naissances diminuer. Ce n'est pas tout; les mariages postérieurs à la guerre sont contractés par des hommes d'une constitution plus faible que ceux qu'elle a moissonnés. De là, des générations douées d'une moindre aptitude physique.

Or notre pays a été engagé, depuis 1791 à 1815, dans des guerres presque continuelles. D'après Germain Sarrut (*Mémoires de médecine, de chirurgie et de médecine militaire*, t. XVIII, 1867), le total des levées, du 24 juin 1791 au 15 novembre 1818 seulement, c'est-à-dire en vingt-deux années et demie, se serait élevé à 4 556 000 hommes, dont la moitié au moins aurait succombé sur les champs de bataille et dans les hôpitaux ou serait décédée prématurément par suite de privations, de souffrances prolongées ou de blessures imparfaitement guéries.

La Restauration n'ayant entrepris que des guerres de peu d'importance (campagne d'Espagne, expédition de Morée, siège d'Alger), la population s'accroît dans des proportions inconnues jusque-là. La monarchie de Juillet ayant fait, en Algérie (en dehors des bombardements de Saint-Jean-d'Ulloa et de Tanger) des pertes militaires notables, la proportion d'accroissement diminue. Le second empire ayant guerroyé à peu près partout, en Algérie, en Crimée, en Italie, au Mexique, en Syrie, en Chine, en Cochinchine, la diminution devient encore plus sensible. La guerre de 1870-71 donne une juste idée des pertes douloureuses que subit un pays envahi et vaincu. En 1870, la mortalité générale monte, de 850 000 en moyenne en temps de paix, à 1 046 889, et, en 1871, à 1 271 010; il s'ensuit des excédents des décès sur les naissances de 103 394 et 444 889 pour ces deux années. Déjà la guerre de Crimée avait élevé la mortalité à 992 779, et, plus tard, la campagne d'Italie, de 874 136 en 1858, à 979 333 en 1859.

Évidemment, une population ainsi éprouvée ne peut progresser comme celle des États de l'Europe qui n'ont pas eu à combattre depuis 1815 et n'ont pris qu'une faible part aux guerres napoléoniennes, comme les États scandinaves par exemple.

Ces guerres et celles qui ont suivi ont-elles porté une atteinte grave aux aptitudes physiques de notre race? Les comptes rendus du recrutement semblent témoigner négativement. Toutefois, en l'absence d'éléments de comparaison avec les périodes antérieures à 1791, il est difficile de se faire une opinion exacte à ce sujet. Voici les documents officiels pour la période 1830-1865. Nous ne croyons pas que les publications ultérieures aient démenti les enseignements qui en résultent.

Moyenne annuelle pour les périodes.	Nombre sur 100 examinés des exemptés pour : Défaut de taille.	Infirmités.	Total.
1830	9,44	31,05	40,69
1831-40.	9,87	35,09	44,96
1841-48.	9,18	35,97	45,15
1849-52.	7,43	34,61	42,04
1853-58.	7,82	29,13	36,95
1856-60.	7,52	33,71	41,23
1861-65.	6,70	33,44	40,14

Si l'on élimine l'année 1830, qui a vu le contingent s'élever subitement de 60 à 80 000 hommes et la taille réglementaire minima s'abaisser de 2 centimètres, ainsi que les années 1853, 1854, 1855 et 1858, années de contingents exceptionnels à l'occasion desquels les conseils de revision ont pu se montrer moins sévères dans l'appréciation de l'aptitude physique des recrues, on reconnaît : 1° que les exemptions pour défaut de taille ont diminué, et qu'il en a été de même, mais dans des proportions moins marquées et avec d'assez fortes oscillations, pour les infirmités. Reste ce fait qu'à l'expiration des seize années postérieures à la paix générale de 1815, l'insuffisance de taille, malgré un abaissement du minimum réglementaire, et la faiblesse de constitution, déterminaient un nombre considérable d'éliminations. C'était évidemment l'effet de la guerre, les jeunes gens examinés de 1831 à 1841 étant nés de 1811 à 1821.

Nous avons vu, d'ailleurs, que la mortalité a notablement diminué en France depuis 1801, et nous verrons plus loin que la vie moyenne s'est sensiblement élevée.

Il ne faudrait cependant pas se hâter d'attribuer cette diminution de la mortalité exclusivement à de meilleures conditions sanitaires, aux progrès de l'hygiène publique et privée. Comme elle coïncide avec un affaiblissement continu de la fécondité, elle peut s'expliquer en grande partie par ce fait que les couples mariés, ayant de moins en moins d'enfants à élever, peuvent leur donner les soins qu'ils exigent et en conserver ainsi un plus grand nombre. Et, à ce sujet, on

(1) Voir ci-dessus p. 218.

n'ignore pas que ce sont les nouveau-nés et la première enfance qui donnent la plus forte mortalité d'un pays.

L'Angleterre fait seule exception à cette influence de la diminution des naissances sur celle de la mortalité, le chiffre des décès restant le même malgré un notable accroissement de la fécondité. Une forte fécondité n'entraîne pas nécessairement une forte mortalité. Il suffit, pour qu'il en soit autrement, que les parents puissent, par leur bien-être, satisfaire à tous les besoins de leurs enfants, quel qu'en soit le nombre. C'est par cette raison qu'à fécondité égale, les classes aisées conservent plus d'enfants que celles qui vivent d'un salaire journalier.

La diminution de la mortalité en France n'est pas, au surplus, un fait unique en Europe ; elle se produit aussi dans un certain nombre d'autres États. Ainsi, en Autriche, la mortalité pour 1000 personnes est tombée, de 34,35 en 1853-59, à 31,1 en 1864-73 ; en Belgique, de 23,93 en 1841-1850, à 22,50 en 1851-1860 ; en Danemark, de 22,64 en 1845-49, à 20,24 en 1864-73 ; en Hanovre, de 23,23 en 1854-59, à 21,82 en 1850-64 ; en Italie, de 30,60 en 1864-68, à 29,7 en 1869-74 ; en Hollande, de 25,95 en 1841-50, à 25,36 en 1861-68 ; en Prusse, de 27,99 en 1844-53, à 26,85 en 1861-67 ; en Saxe, de 30,05 en 1840-50, à 29,05 en 1861-68 ; en Suède, de 20,60 en 1841-50, à 19,30 de 1864 à 1873.

Dans ces dernières années, on ne constate guère d'accroissement de la mortalité qu'en Belgique (de 22,50 en 1851-60, à 24,04 en 1861-68) ; en Écosse (de 20,74 en 1855-60, à 22,20 en 1861-68) ; en Norvège (de 17,95 en 1846-55, à 18,30 de 1861 à 1868) ; en Wurtemberg (de 31,45 en 1843-52, à 31,52 en 1861-68). Elle est restée stationnaire en Angleterre et en Bavière.

La diminution de la mortalité en France a eu nécessairement pour conséquence d'augmenter la durée moyenne de la vie. En effet, le chiffre annuel des naissances restant le même malgré l'accroissement des habitants, la population est égale aux naissances multipliées par la durée de la vie humaine, durée qu'on obtient en divisant la population par les naissances ; on en déduit les vies moyennes ci-après :

1810-15.	31 ans 3 mois.
1820-30.	32 — 2 —
1831-35.	33 — 8 —
1836-40.	35 — 3 —
1841-45.	35 — 6 —
1846-50.	37 — 4 —
1851-55.	38 — 3 —
1856-60.	37 — 8 —
1861-65.	37 — 6 —

Notre race n'a donc pas physiquement dégénéré.

Parmi les causes physiologiques de la diminution de la fécondité en France, nous devons encore mentionner l'âge de plus en plus élevé auquel les époux contractent mariage, au moins en ce qui concerne l'homme. Moheau évaluait en moyenne, de son temps, l'âge du mari, à 25 ans, celui de la femme, à 18 ans. Aujourd'hui, d'après les statistiques officielles les plus récentes, ces âges sont respectivement de près de 30 ans et de 25. Il est évident que, dans de pareilles conditions, la fécondité naturelle des époux est notablement abrégée ; c'est ce qui semble résulter de ce fait que, dans les campagnes, où l'âge moyen des époux est moins élevé que dans les villes, la fécondité est plus grande. En 1865, cet âge moyen, qui s'élevait à 29 ans 7 mois pour l'homme, à 25 ans 5 mois pour la femme dans le département de la Seine, n'était que de 28,5 et 24,4 pour les villes autres que Paris et de 28,1 et 24,0 dans les campagnes. Il importe de savoir que ces âges se rapportent aux mariages de filles et de garçons ; ils s'élèvent naturellement et dans une forte proportion pour ceux de garçons et veuves ou de veufs et de filles, et surtout pour ceux de veufs et veuves.

Notons encore, comme une cause physiologique de l'infécondité relative de la France, l'énorme développement, correspondant à celui des agglomérations urbaines, de ce que nous appellerons l'*industrie nourricière*.

Il est évident que la femme qui exerce cette industrie soit chez elle, soit sur place, doit, si elle ne veut pas s'exposer à la perdre et si, en outre, elle ne veut pas compromettre la vie de l'enfant qui lui est confié, s'abstenir de toute maternité nouvelle. Or, si nous admettons, ce qui n'a rien d'exagéré, que, des 295 000 enfants (en nombre rond) qui naissent chaque année dans les villes, la moitié est envoyée en nourrice dans les campagnes ou nourrie au domicile des parents, ce sont 147 000 femmes dans la force de l'âge, mariées ou non, qui doivent s'abstenir, pendant une année au moins, et pendant plusieurs années si elles veulent avoir plusieurs nourrissons, de provoquer une grossesse nouvelle.

Les mariages consanguins ont été, de la part de bon nombre de physiologistes (Devoy, Boudin, Morin, etc., etc.), l'objet d'attaques fort vives. On leur a attribué, entre autres conséquences fâcheuses, la stérilité plus ou moins complète des époux. Admettons un instant ce grief comme fondé, et voyons s'ils ont augmenté en France.

Les documents ci-après sont officiels (mariages consanguins pour 1000 mariages) :

1853-55.	9,34
1856-60.	9,99
1861-65.	11,89
1866-72.	12,56

L'accroissement est certain, sans être notable. Mais la question s'élève ici, de savoir s'il est réel, ou si — comme nous avons tout lieu de le croire — il ne résulte que d'un relevé de plus en plus exact. Ce qui semblerait le faire croire, c'est que, depuis 1863, le rapport ci-dessus est devenu stationnaire.

Enfin pour ne rien oublier des diverses influences physiologiques qui peuvent réduire la fécondité en France, nous signalerons les opinions émises sur celle de la race.

Les zootechniciens croient avoir remarqué que, chez les animaux de ferme, les races pures sont plus fécondes que les races croisées. En serait-il de même chez l'homme ? Et, par exemple, les races germaine et slave, qui peuvent être considérées comme pures, auraient-elles, toutes choses égales d'ailleurs, des facultés reproductives supérieures à

celles de la race celtique qui, depuis la conquête romaine, et en dehors de cette conquête, a reçu les croisements les plus divers? Quand on trouve, en France, presque dans les mêmes conditions géographiques, des inégalités de fécondité aussi considérables que celles que l'on constate entre la Bretagne (race pure et très prolifique) et la Normandie (race croisée et très inféconde), ne serait-on pas tenté de croire, pour l'homme également, à l'influence de l'origine? Maintenant, cette influence ne serait-elle pas balancée par celle du climat, du mode d'alimentation, de la profession, etc., etc. ? Ici le champ est ouvert à toutes les hypothèses. Quant à l'exemple de l'Angleterre, pays très fécond malgré le croisement saxon et normand, il ne serait pas concluant contre la thèse de la race, ce croisement n'ayant pas eu une grande importance, et l'élément primitif ou celtique n'ayant jamais cessé d'y prédominer.

Mentionnons encore, mais sans pouvoir nous y arrêter, l'effet restrictif de la fécondité des deux sexes attribué aux progrès toujours croissants de l'alcoolisme.

5° *Causes diverses.* — Parmi les causes diverses, on a signalé le retard qu'a longtemps fait subir au mariage, en France, la longue durée du service militaire sous le régime de la loi de 1832 (sept années légalement, six années en fait). Il est permis de croire que le séjour sous les drapeaux, pendant six années, de 400 000 hommes au moins, c'est-à-dire de la plus forte armée permanente de l'Europe, après celle de la Russie, était de nature à justifier le grief dont il a été l'objet au point de vue du mouvement de la population. La concentration de cette armée dans les villes avait, en outre, cet effet, que beaucoup de soldats y restaient, comme nous l'avons dit, après leur libération et en subissaient l'influence au point de vue de la rareté et de l'infécondité relatives du mariage. La réduction du service actif à cinq années (en réalité à quatre années et même moins), à partir de 1873, aura-t-elle pour effet d'abaisser l'âge moyen au mariage? Le même effet sera-t-il produit par la faculté donnée aux hommes de la réserve de se marier sans la permission de l'autorité militaire? Il faut l'espérer. Cependant il y a lieu aussi de se demander si l'éventualité, jusqu'à quarante-deux ans, de l'appel sous les drapeaux n'exercera pas de son côté une action préventive sur le nombre et la fécondité des mariages?

Le mariage rencontre, en France, des difficultés d'une certaine importance dans les conditions et les formalités auxquelles la loi le soumet. Quand on lit avec attention les dispositions sur la matière de notre Code civil, on est frappé des obstacles de toute nature que le législateur, dans un intérêt fort respectable sans doute, a semés sous les pas des jeunes gens qui veulent s'unir. Et, par exemple, l'homme de moins de vingt-cinq ans, la femme de moins de vingt et un ans ne peuvent se marier sans le consentement des ascendants. A partir de cet âge et en cas de refus de ces derniers, ils sont tenus de justifier d'un certain nombre de sommations notariées dites respectueuses. Ces sommations n'enlèvent nullement aux parents le droit de former opposition au mariage et d'épuiser, à grands frais, toutes les juridictions pour faire triompher cette opposition. Ces procès, fort coûteux, peuvent durer des années entières et les fiancés n'ont pas toujours les ressources nécessaires pour les soutenir. Ajoutons que le refus des parents de consentir au mariage entraîne naturellement celui d'une dot à l'enfant. C'est une éventualité dont les jeunes gens sont obligés de tenir grand compte. En cas de décès, les parents sont remplacés, au point de vue de l'autorisation, par les aïeuls, et dans le cas de leur prédécès, par le tuteur avec appel au conseil de famille. Le droit d'opposition, à défaut d'ascendants et de tuteurs, appartient, dans certains cas, et notamment lorsque l'état mental d'un des deux contractants ne leur paraît pas *satisfaisant* (*sic*), au frère et à la sœur, à l'oncle et à la nièce et même au cousin et à la cousine germaine.

Notons encore l'obligation d'une résidence de six mois dans la commune où les jeunes gens entendent se marier, la nécessité de deux publications à la mairie des deux domiciles, de la production de l'acte de naissance, ou, à défaut, d'un acte de notoriété *homologué par le tribunal* de l'arrondissement, et, quand les parents sont absents, de leur consentement *sous forme authentique.*

Convient-il de maintenir ces exigences excessives qui, surtout en ce qui concerne les classes ouvrières, sont assez onéreuses et conduisent aux unions illicites? Convient-il de maintenir jusqu'à plus de trente ans le droit des parents de s'opposer au mariage, surtout quand ils conservent indéfiniment un droit de *veto* sous la forme du refus de tout concours financier au mariage projeté, et surtout quand, de nos jours, les jeunes gens tiennent un compte si sérieux des charges du ménage?

En Angleterre, les mariages ne rencontrent pas de pareilles difficultés. Sans doute les contractants, en cas de minorité, sont astreints à l'assentiment des parents; mais les époux, qu'ils choisissent le mariage civil ou religieux, ne sont tenus qu'à affirmer, sous la foi du serment, qu'ils se trouvent dans toutes les conditions voulues par la loi pour la légalité de leur union. S'ils ont trompé, sur ce point, l'officier de l'état civil ou le ministre anglican, ils sont punis par la nullité de toutes les stipulations du contrat de mariage.

Aux États-Unis, la simple volonté, clairement exprimée, des contractants suffit pour régulariser le mariage.

Nous avons parlé du célibat militaire. Le célibat définitif du clergé séculier et régulier a également préoccupé les écrivains qui ont étudié le phénomène qui nous occupe. Faisons tout d'abord remarquer qu'avant 1789, alors que les communautés religieuses étaient bien plus nombreuses que de nos jours, beaucoup de jeunes filles de familles nobles entraient, plus ou moins volontairement, au couvent pour faciliter la transmission de la fortune patrimoniale aux fils ou au moins à l'aîné des fils, appelés à soutenir l'honneur du nom. Ce célibat avait un effet autrement important sur le mouvement de la population que celui du petit nombre de jeunes gens des deux sexes qui entrent, chaque année, aujourd'hui, dans les congrégations religieuses. En fait, d'après un recensement spécial opéré en

1861, il existait alors en France 108 119 religieux, dont 17 776 hommes et 90 343 femmes, soit 3 pour 1000 habitants, proportion insignifiante. D'un autre côté, beaucoup des membres de ces communautés avaient dépassé l'âge de la fécondité, et il n'est pas certain que, restés dans la vie libre, ils se fussent tous mariés. En leur joignant les 35 000 membres du clergé séculier, on arrive à un total de 143 119 personnes engagées dans les ordres. Quelle est l'importance du recrutement annuel des deux clergés, et ce recrutement s'opère-t-il toujours parmi des adultes dans l'âge de la fécondité ? C'est ce que nous ignorons ; tout ce que nous pouvons affirmer, c'est que, par suite de la diminution des vocations, le recrutement du clergé séculier ne s'opère plus qu'avec d'assez grandes difficultés. Pourquoi en serait-il autrement du clergé régulier ?

Une dernière observation. La suppression du divorce en France a été considérée comme exerçant une influence préventive sur la fécondité générale. On a fait remarquer que, sur 3000 demandes en séparation qui se produisent annuellement devant les tribunaux, les deux tiers sont formées par des époux encore dans l'âge de la fécondité. Or, si ces 2000 personnes avaient la faculté de contracter de nouvelles unions, le plus grand nombre en userait très probablement. Ce serait, par année, un supplément annuel d'au moins 1500 mariages, chiffre minime, mais qui a une certaine importance dans un pays où, depuis quelques années, leur nombre est en voie assez sensible de diminution.

Nous croyons n'avoir pas commis d'omission essentielle parmi les causes de l'infécondité relative de notre pays. Il nous reste à rechercher si la situation, telle que nous l'avons fait connaître, peut, ou non, être améliorée.

III.

REMÈDES.

Quand un pays réduit lui-même et volontairement sa fécondité, à la fois en retardant l'époque du mariage, et en limitant le nombre des enfants qui doivent en naître, peut-on espérer le faire changer d'avis par la simple démonstration des dangers qu'il court au point de vue de son rang en Europe? C'est peu probable. Il faudrait, avant tout, faire cesser, chez lui, cet amour ardent du bien-être qui est sa passion dominante, et sa ferme résolution de supprimer tous les obstacles qu'elle peut rencontrer. Il faudrait faire naître chez lui un de ces patriotismes sublimes qui n'ont d'autre souci que la grandeur et l'influence politique de ses enfants.

On a parlé d'encouragements officiels à la population, et récemment un député a saisi la Chambre d'une proposition ayant pour objet d'exempter du service militaire les jeunes gens qui, mariés avant l'âge du recrutement, auraient, en arrivant à cet âge, un certain nombre d'enfants. Mais cette faveur, d'une part, pourrait diminuer sensiblement le nombre de nos recrues, et, de l'autre, provoquer, au préjudice sensible de la viabilité des enfants, un grand nombre de mariages *prématurés*.

Les encouragements officiels n'ont pas manqué dans les pays dont la population tendait à diminuer, ou au moins à rester stationnaire. Comme nous l'avons dit plus haut, le *Latium*, sous les empereurs romains, était devenu de plus en plus infécond. Les esclaves travaillant la terre, faisant le commerce, monopolisant la domesticité et l'intendance des grandes maisons, et rendant ainsi inutile le recrutement de la population romaine par l'excédent des naissances sur les décès, Auguste crut mettre un terme à un état de choses aussi menaçant pour la puissance de l'empire, en promettant aux chefs des nombreuses familles des dotations domaniales et même une assistance en argent. Vain effort, la société romaine resta stérile comme par le passé.

Frappé des dangers de la prostitution, au point de vue de la santé publique et de la diminution des mariages, un autre empereur provoqua le vote, par le Sénat, d'une loi prohibitive du célibat (1).

Louis XIV, dont les guerres épuisaient la population adulte, promit des exemptions d'impôts aux pères de plus de cinq enfants ; nous ignorons avec quel succès. Napoléon Ier, sollicité par les mêmes besoins et croyant probablement être témoin de l'effet de la mesure, mit, par voie de décret, à la charge de l'État, les frais d'éducation du sixième ou septième enfant d'une famille. Avant lui, et probablement au nom du même intérêt, la Convention (loi du 28 juin 1793) avait promis une pension alimentaire de 120 livres aux ouvriers ayant plus de deux enfants. Plus tard, une loi de nivôse an VIII (23 décembre 1798), sur l'assiette de la contribution personnelle et mobilière, avait élevé de moitié la taxe ordinaire sur les habitations des célibataires. Les effets de cette mesure ont été absolument nuls.

La nouvelle loi française du recrutement, en permettant aux hommes de la disponibilité et de la réserve de l'armée active de se marier sans autorisation et en faisant passer de plein droit dans l'armée territoriale ces mêmes hommes quand ils sont pères de quatre enfants, a eu pour but de donner au mariage un encouragement efficace. Disons, en passant, que l'effet de cette loi, qui a été appliquée à la classe de 1873, aurait pu se manifester dès 1877, en évaluant à quatre années la durée effective du service. Or la phase décroissante des mariages, qui a commencé à 1873, n'a fait que s'accentuer en 1877 et 1878.

Peut-être en sera-t-il autrement si la durée du service actif est réduite à trois années. Mais il reste à savoir si l'avantage ainsi obtenu compensera l'affaiblissement qui, selon les militaires les plus expérimentés, en résultera pour la solidité de notre armée. Il reste à savoir en outre si les mariages ainsi accrus seront plus féconds que par le passé.

Mais alors même qu'il en serait autrement, on ne pourrait qu'applaudir à cette conséquence de la mesure, les mariages même peu féconds favorisant sensiblement la longévité des conjoints.

En Angleterre, non seulement l'armée, numériquement

(1) *Cœlibes Prohibeto,* loi citée par Rosembaum (*Histoire des maladies contagieuses dans l'antiquité.* Hulle, 1839).

plus faible de près des deux tiers que la nôtre, se recrute presque exclusivement par la voie du volontariat; mais encore le soldat reçoit, sans trop de difficultés, l'autorisation de se marier, et il n'est pas rare, quand un régiment part pour l'Inde, de voir s'embarquer, sur les mêmes bâtiments, un assez grand nombre de femmes et d'enfants.

La simplification des formalités du mariage et la délivrance gratuite, pour les indigents, des pièces dont la loi exige la production, diminuerait certainement le nombre des unions illégitimes.

Le rétablissement du divorce, favorable à d'autres intérêts de l'ordre le plus élevé, n'aurait qu'un médiocre effet pour celui qui nous occupe.

La fécondité des mariages, dans les campagnes, quoique de plus en plus restreinte, étant encore supérieure à celle des villes, il conviendrait de prévenir autant que possible l'émigration rurale en fondant, dans les cantons ruraux, des établissements de bienfaisance tels que les hôpitaux et hospices dont un projet de loi en ce moment soumis aux Chambres propose la création. Le projet de loi sur les caisses d'épargne postale, en mettant à la portée du cultivateur les moyens de faire valoir ses plus minimes économies, produira d'excellents effets dans le même sens. Des encouragements à la décentralisation de l'industrie venant s'établir, comme en Saxe, dans les campagnes, contribueraient au même résultat.

S'il était possible de mettre un terme aux dépenses toujours croissantes de l'État, des départements et des communes, le mouvement de renchérissement général pourrait être enrayé par une diminution des impôts. L'octroi surtout, qui pèse directement sur les denrées alimentaires et détermine, en outre de la hausse des prix, les plus dangereuses falsifications, devrait être sensiblement réduit, au moins dans les villes les plus importantes. Loin de là, non seulement les taxes s'aggravent là où elles sont déjà établies, mais encore le nombre des communes qui s'approprient ce détestable régime fiscal s'élève tous les ans.

Mais ces diverses mesures n'auraient, ne nous le dissimulons pas, qu'un effet très restreint. Dans cette situation, c'est-à-dire dans la presque impossibilité d'accroître la fécondité du pays, il faut viser au même résultat en diminuant la mortalité; or ici nous sommes sur un terrain essentiellement pratique. Si notre taux mortuaire s'est sensiblement réduit en notable partie par le progrès et la diffusion de la richesse publique, il faut favoriser, par tous les moyens qui peuvent être à la disposition du gouvernement, le développement des forces productives du pays. Or ce résultat ne peut être obtenu que par le maintien de la paix, par la confiance dans l'avenir, par une sécurité intérieure complète, enfin par un régime douanier qui ménage à la fois et les intérêts du producteur et ceux du consommateur. Si le pays continue à être troublé par la crainte d'éventualités redoutables à la fois au dehors et au dedans, les capitaux, inquiets, continueront à se retirer de l'industrie et de l'agriculture pour rester improductifs ou se porter exclusivement sur des valeurs qui ne contribuent en rien à l'enrichissement du pays.

L'application de plus en plus étendue des règles de l'hygiène publique améliorera sensiblement aussi son état sanitaire. La vaccine pourrait être rendue obligatoire comme en Allemagne et en Angleterre. La médecine rurale gratuite, que nous croyons exister dans un certain nombre de nos départements, pourrait être graduellement étendue à ceux qui en sont privés.

On pourrait donner à nos villes plus d'air pur, plus de lumière, plus de plantations, et surtout une plus grande quantité, jointe à une meilleure qualité, d'eau potable. Le docteur W. Farr attribue à cette dernière amélioration, restée d'ailleurs incomplète, ainsi qu'à l'achèvement des égouts, la forte diminution qui s'est opérée, depuis vingt-cinq ans, dans la mortalité de Londres. A Paris, grâce à de grands et persévérants travaux d'utilité publique, un résultat analogue, si ce n'est aussi considérable, a été atteint. Il en a été de même dans d'autres grandes villes, dont la mortalité a également diminué, comme l'indique le tableau ci-après (décès pour 1000 habitants).

	1845.	1869.
Paris	31,2	24,0
Lyon	31,3	24,2
Bordeaux	33,9	24,2
Marseille	34,3	26,5
Rouen	36,0	30,0
Nantes	25,6	21,9
Lille	32,4	25,2
Toulouse	26,2	21,5

La France est au nombre des pays qui perdent le plus de leurs nouveau-nés. Le document ci-après l'atteste sans réplique (décès de 0 à 1 an sur 100 enfants nés vivants en 1860-65).

Danemark	9,32
Norvège	10,33
Hollande	11,37
Écosse	11,91
Hanovre	13,99
Suède	14,35
Angleterre	15,39
Belgique	15,53
Espagne	17,07
France	17,25
Autriche	17,33
Prusse	20,05
Saxe	22,55
Italie	22,85
Russie	26,81
Bavière	31,03

Notre pays est ici au dixième rang, c'est-à-dire parmi les moins favorisés. Que faire pour atténuer une mortalité aussi élevée? L'allaitement par des nourrices étrangères loin des regards des parents et de la surveillance de l'autorité, l'absence des soins hygiéniques et médicaux, en sont certainement la cause la plus active. Peut-on obliger les mères qui ne veulent ou ne peuvent allaiter à conserver leurs enfants? Non; mais le législateur a pourvu au plus pressé en soumettant (loi dite *Roussel*, du nom de son promoteur) les nourrices mercenaires à une inspection sévère, qui garantira, dans la mesure

du possible, la santé des enfants, et préviendra de coupables et d'odieuses spéculations. D'un autre côté, les sociétés protectrices de l'enfance ne tarderaient pas à se multiplier si elles recevaient de modestes subventions des communes, des départements et de l'État.

Bien que les rapports annuels au ministre de l'intérieur tendent à faire espérer d'heureux résultats de l'application de la loi Roussel, ces résultats n'ont pu se produire à bref délai, et peut-être rencontre-t-elle des difficultés que ces rapports, par des raisons quelconques, évitent de faire connaître, mais que l'administration se propose très probablement d'aplanir.

L'Assistance publique de Paris, qui envoie un si grand nombre d'enfants en nourrice dans les départements, évitera certainement de les faire voyager, à l'avenir, par les plus grandes chaleurs ou les plus grands froids, sous la garde de nourrices inattentives, insouciantes, et la conduite d'un simple *meneur*, homme grossier, mal rétribué et intempérant.

Déjà elle a pris une mesure devenue nécessaire en supprimant une institution qui avait cessé de rendre les services qu'on attendait d'elle, le *Bureau des nourrices*, pour s'approprier ses attributions et les remplir avec plus de zèle et de conscience.

Beaucoup de mères qui pourraient nourrir leurs enfants, la nature leur ayant donné le lait nécessaire, sont, par le fait de leurs occupations qui les obligent à s'absenter toute la journée, dans l'impossibilité de remplir ce devoir. Dans les usines qui emploient des femmes, les patrons ne pourraient-ils favoriser l'allaitement maternel, en créant, sur place, des asiles où elles iraient, à certains intervalles, donner le sein à leurs nouveau-nés? ou bien encore, à l'imitation de M. Jean Dolfus, de Mulhouse, ne pourraient-ils, pendant quelques mois, réduire, avec maintien de la totalité du salaire, la durée du travail des mères qui consentiraient à nourrir? Il est notoire que cette libéralité a eu, sur la santé des nouveau-nés, les plus heureux effets.

Les statistiques nous apprennent que la mortalité des enfants naturels est double, aux mêmes âges, de celle des légitimes. Ne serait-il pas possible do prendre des mesures spéciales de protection pour les premiers quand ils sont indigents, au lieu de réserver pour les seconds toutes les faveurs de l'Assistance? Un philanthrope avait proposé de créer une sorte de tutelle officielle au profit de ces pauvres êtres appelés, par l'irrégularité de leur état civil, à rencontrer tant d'obstacles dans leur carrière. Pourquoi cette heureuse idée est-elle restée sans écho?

Le zèle des nourrices de la campagne ne pourrait-il être stimulé, comme le fait, nous assure-t-on, l'Assistance publique de Paris, par des distributions solennelles de récompenses à celles qui auraient rendu aux parents des nourrissons pleins de vie et de santé? Punir sévèrement les mégères est une excellente chose; mais donner des témoignages publics de satisfaction à de véritables secondes mères ne serait pas une moins bonne mesure.

La limitation des heures de travail dans les manufactures pour les femmes et les enfants, la fixation de l'âge auquel ces derniers peuvent y être admis, ont produit de bons effets. Dans les usines employant des moteurs à feu, une inspection plus sévère que par le passé, au point de vue de la bonne installation et de la bonne fabrication des machines, du mètre cube d'air respirable par ouvrier, de la nature plus ou moins délétère des matières premières, de l'écoulement des eaux impures, etc., aurait également d'excellents résultats. Il en serait de même des règlements de police destinés à prévenir les accidents sur les chemins de fer, sur les cours d'eau, sur les chantiers de travaux publics et privés. La magistrature pourrait également apporter son tribut au maintien de la sécurité publique par une application sévère de la responsabilité des patrons en cas d'accidents. Elle ne rendrait pas un moins grand service en frappant énergiquement les falsificateurs de denrées alimentaires, ces empoisonneurs publics. Peut-être même serait-il nécessaire de modifier la loi répressive de 1850, en y introduisant des pénalités plus rigoureuses.

Il est à regretter que la loi contre l'ivresse — de date, il est vrai, récente — n'ait pas produit l'effet désiré. Elle ne frappe, il est vrai, que l'ivresse publique, l'ivresse dans les rues et ne pourrait, même quand elle en autoriserait la poursuite, atteindre l'ivresse à domicile. L'alcoolisme ne se ralentit donc pas, au grand préjudice de la santé de ses nombreuses victimes.

Reste une cause de mortalité sur laquelle la loi ne peut rien, mais dont un mouvement énergique et soutenu de l'opinion publique pourrait peut-être atténuer les redoutables effets : — c'est le suicide, qui prend une lamentable intensité.

Toutes les mesures que nous venons d'indiquer, pratiquées avec persévérance, avec un zèle incessant que stimulerait le sentiment de la gravité des intérêts de toute nature engagés dans la question, amèneraient certainement une diminution de la mortalité, heureuse et seule compensation possible à une incurable infécondité, — incurable parce que, nous le répétons, elle est volontaire.

A. Legoyt.

MINÉRALOGIE

THÈSE POUR LE DOCTORAT ÈS SCIENCES

M. J. THOULET

Contributions à l'étude des propriétés physiques et chimiques des minéraux microscopiques.

L'application du microscope à la minéralogie a prouvé que les minéraux étant le plus souvent souillés de matières étrangères et, en général, d'autant plus impurs qu'ils sont en fragments plus considérables, il devenait absolument nécessaire d'étudier des échantillons très petits. Comme la minéralogie s'appuie à la fois sur les mathématiques, la chimie

et la physique, M. Thoulet, dans la thèse qu'il a présentée à la Faculté des sciences de Paris pour obtenir le grade de docteur ès sciences physiques, s'est proposé de résoudre dans quelques-unes de ses parties le problème suivant : pratiquer toutes les opérations physiques, chimiques et mathématiques sur des minéraux en fragments ou en grains très petits. C'est ainsi qu'il a cherché à aider la géométrie microscopique par la mesure des angles solides des cristaux microscopiques et par une étude des angles plans de clivages, la physique par de nouveaux procédés relatifs à la prise des densités, à la détermination des indices de réfraction, à la constatation de l'état magnétique; enfin, grâce à une disposition permettant d'examiner au microscope des objets lointains, il a réussi à faciliter certaines expériences de physique et de chimie sur des fragments autrement inobservables soit en raison de leur opacité, soit pour d'autres causes. M. Thoulet a contribué à faire sortir de plus en plus la minéralogie microscopique des méthodes purement d'observation et à la faire mieux entrer dans la voie expérimentale, voie moins facile, il est vrai, mais la seule qui soit véritablement féconde.

Pour étudier un minéral particulier, il faut d'abord l'isoler des autres minéraux qui l'accompagnent. M. Thoulet imagine dans ce but trois méthodes de triage, l'une basée sur le poids spécifique au moyen d'une liqueur très dense au sein de laquelle certains minéraux enfoncent tandis que d'autres surnagent; la deuxième, fondée sur l'emploi d'un courant d'eau; la troisième, purement mécanique.

La liqueur employée dans le premier cas est une solution saturée d'iodure de mercure et d'iodure de potassium dont la densité atteint 2,77, qui jouit de la propriété de s'étendre d'eau sans se contracter d'une façon sensible et qui est sans action sur les minéraux. Cette dernière condition est d'une haute importance, car il ne faut dénaturer aucune des propriétés physiques et chimiques du minéral et le laisser dans sa parfaite intégrité. L'application de la chaleur par exemple, pour peu que celle-ci fût un peu élevée, troublerait profondément les propriétés optiques, l'état d'hydratation, etc. Si l'on plonge dans cette liqueur à son maximum de densité un mélange pulvérulent de divers minéraux, les uns tomberont immédiatement, tandis que d'autres surnageront pour tomber à leur tour et successivement, d'après leur ordre de densité décroissante, à mesure qu'on ajoutera des proportions d'eau de plus en plus considérables. On obtiendra donc ainsi des séries de liquides permettant de séparer le quartz d'avec les feldspaths, ceux-ci les uns des autres, et tous, de les isoler d'avec les minéraux tels que le pyroxène, le mica, etc., qui possèdent une densité encore plus élevée. Il suffit de concentrer la liqueur par évaporation pour la ramener à sa densité primitive et la rendre ainsi capable de servir à nouveau. L'opération du triage s'opère dans un appareil en verre très simple, et décrit en détail dans la thèse de M. Thoulet.

Le second mode de triage s'effectue à l'aide d'un courant d'eau. On fait usage, dans ce but, d'un autre appareil en verre composé d'un tube large, haut de 25 centimètres environ, muni à sa partie supérieure d'un tube soudé latéralement et, dans le bas, d'un robinet. Ce gros tube contient dans son intérieur un tube plus petit assujetti par un bouchon en caoutchouc et s'élevant à une certaine hauteur. On peut d'ailleurs augmenter à volonté cette hauteur en employant un nouveau tube raccordé au premier par l'intermédiaire d'un tube en caoutchouc.

On opère avec cet appareil, selon les cas, soit en faisant arriver l'eau par le tube coudé latéral, soit par le tube central. La poudre minérale hétérogène se classe dans un ordre qui est à la fois fonction de la densité des divers minéraux, de leur forme et de la vitesse du courant d'eau.

La dernière méthode de triage sert soit pour achever la purification des grains isolés par l'un ou l'autre des deux modes de triage précédents, en supprimant les grains impurs, ou de nature étrangère à ceux qu'on désire spécialement recueillir, soit à la séparation des minéraux lourds et dont les densités respectives sont assez rapprochées.

L'appareil se compose d'un tube cylindrique en métal de 4 à 5 centimètres de longueur, auquel on adapte une embouchure effilée et percée d'un très petit trou analogue au petit tube d'un chalumeau. Ce tube est en communication, par un tube en caoutchouc raccordé à un tube de verre, avec un flacon en verre servant de récipient et qui lui-même communique par un autre tube en caoutchouc avec un second flacon en verre dont le bouchon laisse passer un dernier tube coudé en verre qu'on place entre les lèvres. En aspirant légèrement, on exerce un appel d'air qui pénètre par la pointe effilée et entraîne les grains, éparpillés sur une feuille de papier, qui avoisinent cette pointe.

Les grains une fois obtenus, il faut mesurer leurs angles solides, s'ils présentent des facettes cristallines suffisamment nettes. M. Thoulet y parvient en plaçant le cristal sous le microscope, en visant sous un fort grossissement quatre de ses points situés, deux sur l'arête de l'angle solide à mesurer, et deux respectivement sur l'une et l'autre des facettes de cet angle. Il mesure le déplacement focal sur la tête de vis, préalablement divisée, qui commande le mouvement lent du microscope. Enfin, sans déranger le cristal, il remplace l'oculaire ordinaire par la chambre claire à oculaire modèle Vérick et projette sur une feuille de papier les quatre points considérés. Il possède ainsi les deux projections verticale et horizontale du tétraèdre dont un simple calcul trigonométrique fournira les angles.

La densité d'un minéral microscopique s'obtiendra aisément. Si cette densité est inférieure à 2,77, on le plonge dans la liqueur d'iodures décrite plus haut, qu'on étend d'une quantité d'eau suffisante pour que le corps y demeure en équilibre parfait et on prend alors, par les procédés ordinaires, la densité de la liqueur étendue qui est évidemment celle du minéral. Si le corps a une pesanteur spécifique supérieure à 2,77, on prend son poids, on le colle à un petit flotteur composé d'une boulette de cire de poids connu et qui possède une densité connue, voisine de 2, par l'adjonction dans son intérieur d'un fragment de feldspath ou de tout autre minéral; on fait flotter dans une liqueur d'iodure

convenablement étendue et on possède dès lors tous les éléments nécessaires au calcul de la densité du corps considéré. Un ciment composé de silicate de potasse et d'oxyde de zinc, dans lequel on empâte des grains minéraux, permet de tailler ces grains en lame mince et de profiter ainsi des indications que, dans ces conditions, le microscope fournit sur leur nature.

M. Thoulet étudie ensuite le clivage des minéraux les plus communs dans les roches, pyroxène, amphibole, feldspaths monoclinique et triclinique, et dans une série de tableaux calculés trigonométriquement, cherche à résoudre dans les cas les plus intéressants au point de vue pratique le problème général suivant : étant données de forme et de dimensions angulaires les traces des clivages d'un minéral sur une section artificielle quelconque, reconnaître la position de cette face artificielle par rapport aux éléments du cristal type. Ces résultats sont intéressants en minéralogie microscopique, parce qu'ils permettent de se rendre compte, avec l'extinction entre les nicols croisés, de la zone cristalline de la section artificielle d'un cristal inclus dans une plaque mince de roche.

Certains minéraux examinés en lame mince offrent une apparence dite chagrinée à cause de sa ressemblance avec la peau de chagrin. Cet aspect n'est point, comme on était porté à le croire, une fonction absolue de la dureté; il provient de la façon dont la plaque a été travaillée et ne peut, par conséquent, servir de caractère distinctif. L'aspect rugueux offre un moyen approximatif de connaître l'indice de réfraction du minéral qui le présente; pour cela, on le plonge, sous le microscope, dans des liquides d'indices connus, eau, alcool, essence de girofle, sulfure de carbone, etc., et lorsque toute rugosité disparaît à l'œil, le minéral possède le même indice que le liquide qui le baigne.

M. Thoulet cherche à se rendre compte de la fusibilité des minéraux. Il commence par examiner les différentes échelles de fusibilité proposées par Von Kobell, Berthier, Plattner, Elsner et Szabo; puis il procède à des essais directs en plaçant certains minéraux et divers métaux, étain, plomb, argent, or, acier, cuivre, etc., sur une plaque de charbon de cornue percée de trous et contenue dans un très petit creuset soumis à la haute température d'un four Forquignon-Leclerc. Aussitôt que les corps fondent, ils traversent les trous et tombent au fond du creuset. L'auteur, prenant ensuite les densités avant et après fusion, a pu établir les conclusions suivantes :

1° La fusibilité des métaux porterait la notation suivante dans le système de Kobell : argent = 2,5; or = 2,8; cuivre = 3; acier = 5,2; nickel = 5,5; cobalt = 5,8.

2° La plupart des silicates les plus fréquents dans les roches fondent à des intervalles assez peu éloignés les uns des autres; la température varie entre celles de la fusion du cuivre et de l'acier.

3° Le rapport entre les densités des silicates examinés sous forme de verres et de cristaux est à peu près constant et égal à 0,9; la dilatation après fusion est donc d'un dixième environ du volume primitif.

4° La concordance entre les cotes de fusibilité données par divers auteurs est en apparence assez grande, mais, si pour un certain nombre de minéraux de composition simple, elle est réelle, pour beaucoup d'autres elle n'est certainement qu'apparente et provient de l'imperfection des moyens destinés à constater le degré relatif exact de fusibilité et de l'emploi de fragments trop gros pour avoir une composition uniforme. Le mélange de minéraux divers produit des liquations qui viennent apporter un trouble notable et non encore évalué dans le phénomène de la fusion.

Les propriétés magnétiques des minéraux ont pu être étudiées avec une extrême sensibilité en supportant ces minéraux pulvérisés, par une mince lamelle de verre soufflé, sous le microscope et en les soumettant alors à l'action d'un barreau aimanté. Enfin, un dispositif ingénieux, consistant en deux prismes à réflexion totale s'adaptant à tous les microscopes, a permis d'observer les préparations à distance, et de cette façon, d'examiner à loisir et sans danger pour les instruments les effets d'une température élevée, les attaques par les acides et diverses autres opérations de physique et de chimie.

Comme application de ces divers procédés d'étude, M. Thoulet prend un échantillon très impur de fer chromé et, après l'avoir purifié, il arrive à lui trouver la composition type des spinelles.

BULLETIN DES SOCIÉTÉS SAVANTES

Académie des sciences de Paris

SÉANCE DU 6 SEPTEMBRE 1880.

M. *Chasles* présente quelques considérations à propos de son exposé historique concernant le cours de machines à l'École polytechnique.

— M. *Berthelot* a eu occasion de faire quelques observations sur un sel basique remarquable, l'atakamite, formé par l'association d'un chlorure métallique et d'un oxyde, sel qui existe dans la nature et qui se produit parfois dans le laboratoire. Ces observations jettent un certain jour sur les conditions générales qui règlent la formation et les réactions des sels basiques.

L'auteur fait comprendre comment la dissociation des hydrates salins dans leurs dissolutions mêmes, la diminution de la chaleur de formation des sels dissous avec la température, enfin la chaleur propre de formation des sels basiques, permettent de rendre compte de la décomposition des sels métalliques sous l'influence de l'eau qui les tient en dissolution.

— M. *Berthelot* a été conduit par des mesures thermiques à penser qu'il existe, entre les chaleurs de formation des éthers chlorhydriques primaires et celles des éthers chlorhydriques secondaires, une différence analogue à celle qui se manifeste entre les sels ammoniacaux des acides forts et ceux des acides faibles; cet écart, dans un cas comme dans l'autre, répond, d'ailleurs, à l'inégale stabilité des composés.

— M. *Pasteur* a adressé à M. Dumas, sur l'étiologie des affections charbonneuses, une lettre dont nous extrayons les principaux passages :

« Un animal charbonneux est enfoui ; le parasite, cause de la maladie, et dont le sang est rempli, se cultive dans la terre qui entoure le cadavre ; il s'y réduit à l'état de germes. Ceux-ci seraient inoffensifs s'ils restaient à l'intérieur de la terre, mais les vers de terre les ramènent des profondeurs à la surface. Alors les pluies et les travaux de la culture les répandent sur les plantes ou les eaux les entraînent dans les ruisseaux quand les circonstances s'y prêtent. Ensuite ces germes du mal pénètrent dans le corps des animaux et y développent le parasite infectieux.

« Je veux m'efforcer d'entourer ces principes de toutes les preuves qu'ils comportent, afin que les esprits, même les plus prévenus en faveur de la spontanéité des maladies transmissibles, soient obligés de se rendre à l'évidence.

« Il y a deux ans, une épizootie charbonneuse se déclara sur les vaches d'un petit village du département du Jura, que la maladie n'avait pas visité depuis un grand nombre d'années. Elle fut provoquée très probablement par une vache qui venait du haut Jura et qui était charbonneuse à l'insu du boucher qui l'avait amenée.

« Dans une prairie de plusieurs hectares, un peu inclinée, on a enfoui, à 2 mètres de profondeur et à des places distinctes, trois des vaches mortes charbonneuses au mois de juin 1878. L'emplacement des fosses est aujourd'hui encore parfaitement reconnaissable.

« Comment douter que des vaches, en allant paître dans cette prairie, ne puissent y trouver l'occasion d'y devenir charbonneuses ? Mais, comme rien ne vaut une preuve directe, nous avons fait établir sur une de ces fosses un très petit enclos à l'aide d'une barrière à claire-voie et nous y avons placé quatre moutons ; dans un autre enclos pareil sur le même champ et à 3 ou 4 mètres en amont du premier, là où l'on n'avait pas enfoui de vaches charbonneuses en 1878, nous avons installé quatre autres moutons témoins. La double expérience commença le 18 août. Dès le 25 août, un mouton est mort charbonneux, le sang rempli du parasite de l'affection, dans l'enclos sur la fosse. Les moutons témoins se portent très bien. Quelle saisissante démonstration de la théorie que j'ai rappelée tout à l'heure, et combien est évidente la prophylaxie de l'affection charbonneuse ! »

M. Pasteur annonce en terminant qu'il n'est pas d'accord avec M. Toussaint au sujet de l'identité de la septicémie aiguë et le choléra des poules.

— M. *Bouley* prend la parole à propos de la communication précédente et informe l'Académie des résultats de quelques expériences de M. Toussaint qui ont effectivement été peu probants. M. Toussaint a d'ailleurs fait ses réserves sur ce point au Congrès de Reims et a reconnu que son liquide n'était pas dénué de bactéridies.

Quoi qu'il en soit de la nature du liquide dont M. Toussaint s'est servi pour pratiquer l'inoculation préventive du charbon, les faits déjà constatés autorisent à admettre que cette inoculation est réellement préventive ou, autrement dit, qu'elle investit de l'immunité les moutons qui ont résisté à son action. Ainsi M. Toussaint a actuellement à Toulouse dix moutons et un lapin qui sont invulnérables par le charbon. A Alfort, sur les seize moutons survivant à l'inoculation *vaccinale*, deux ont été inoculés avec un charbon très actif, sans en rien ressentir. Un lapin, témoin, inoculé avec le même virus, y a succombé. Voilà donc treize sujets qui témoignent actuellement des propriétés préventives de l'inoculation faite d'après le mode conseillé par M. Toussaint. Ces expériences vont être continuées avec les autres moutons *vaccinés*, et la présomption est bien grande qu'elles réussiront comme sur les deux premiers, car ils ont été malades comme eux, à la suite de l'insertion du virus réputé vaccinal.

M. Bouley imagine que, une fois que l'inoculation préventive contre le charbon sera devenue pratique, on pourra réussir à faire, non pas des races, mais des générations *réfractaires au charbon*, en s'inspirant du fait si intéressant, que M. Chauveau a signalé, de la complète immunité contre le charbon des agneaux qui naissent de mères inoculées dans les derniers mois de la gestation. On sait, d'après les expériences de M. Chauveau, que, si les races algériennes sont réfractaires au charbon en ce sens qu'elles lui résistent, elles ne laissent pas d'en ressentir les effets, se traduisant, après l'inoculation, par l'élévation de la température du corps, les engorgements ganglionnaires et même, chez quelques sujets, par la tristesse, l'inappétence, etc. Ce sont là les signes de l'infection bactéridienne, dans un milieu qui n'est pas favorable au développement de la bactéridie. Or, de ces signes, aucun n'apparaît sur l'agneau né d'une mère inoculée à la dernière période de la gestation. Sur lui, l'inoculation reste absolument stérile. Son organisme a acquis l'immunité en même temps que celui de sa mère, car il est remarquable que, si les moutons réfractaires de l'Algérie sont sensibles à une première inoculation charbonneuse, ils deviennent insensibles à toutes les autres. C'est encore ce que démontrent les expériences de M. Chauveau. Cela *étant, supposons* que nous soyons en possession d'un liquide d'inoculation si bien mesuré dans son intensité qu'il fasse l'office d'un véritable vaccin : rien ne serait simple comme de pratiquer l'inoculation préventive sur les mères à la dernière période de la gestation. On ferait d'une pierre deux coups : l'inoculation pratiquée aux mères serait préventive pour elles-mêmes et pour leurs fœtus, et, quand ceux-ci viendraient au monde, ils se trouveraient comme naturellement blindés contre le charbon.

— M. *de Lesseps* rappelle, à propos de Denis Papin, la part qui revient à Claude de Jouffroy dans l'histoire des applications de la vapeur, puisque c'est lui qui inventa, en 1783, le pyroscaphe qui remonta pendant seize mois la Saône avec une vitesse de deux lieues à l'heure.

— M. *Stéphan* annonce à l'Académie que M. Coggia vient de découvrir une nouvelle planète, à l'observatoire de Marseille.

— M. *Coste*, en observant la vie évolutive du Phylloxera des feuilles, comme préparation à l'étude du cycle biologique complet du destructeur de nos vignobles, s'est trouvé en présence de plusieurs ennemis du Phylloxera épigée, les uns bénins, les autres assez sérieux, dont il donne une description sommaire.

1° Une larve d'acarien qui a été trouvée dans des galles de trois cépages américains, parfois aussi attachée au flanc d'un *Thrips* et se faisant voiturer par lui, jusqu'à ce qu'un accident la fasse se détacher ou que la mort de la victime s'ensuive. En raison de son peu d'agilité, cette larve n'est pas capable de nuire considérablement au phylloxera ; elle ne peut s'attaquer qu'aux pondeuses immobiles. Il n'en est pas de même de l'adulte qui, très agile, fait la chasse au

phylloxera sur les feuilles et dans les grosses galles ouvertes. Mais ses moyens de multiplication, comme ceux de tous les acariens, sont trop limités par rapport à la propagation du terrible parasite de la vigne, pour que son action soit bien importante.

2° Un jeune gamase non sexué appartenant à l'espèce *gamasus viridis*.

3° Un insecte de la tribu des Thripsiens.

4° Une larve du genre *Scymnus*, l'ennemi le plus sérieux du phylloxera.

La larve opère par succion, non pas seulement du liquide, mais bien de toute la matière contenue dans le corps du parasite.

— Le *P. Tacchini* rend compte de ses observations des protubérances des facules et des taches solaires, pendant le premier semestre de cette année.

L'accroissement de l'activité solaire est manifesté même par les observations des protubérances hydrogéniques, quoique les phénomènes de la chromosphère augmentent assez lentement; cela s'accorderait avec le retard de leur maximum, comparé à celui des taches.

Quant à la distribution des protubérances, leur maximum de fréquence a lieu, dans chaque hémisphère, entre les parallèles de 30° et 50°.

Le maximum de fréquence pour les groupes des facules tombe plus près de l'équateur solaire que celui des protubérances. Le nombre des groupes de facules dans l'hémisphère nord est bien plus grand que dans l'hémisphère sud; il est à peu près double, tandis que les protubérances sont également réparties dans les deux hémisphères.

Le maximum de fréquence des taches et des facules s'est produit dans les mêmes zones pour les deux hémisphères solaires; seulement, les protubérances se présentent assez près des pôles du soleil.

— M. *J. Joubert* poursuit ses recherches sur les machines dynamo-électriques. En appliquant les méthodes expérimentales, déjà décrites dans la séance du 26 juillet, à l'étude des lois des courants alternatifs, il a pu représenter par une expression relativement simple la valeur de l'intensité moyenne du courant. Il s'est appliqué alors à retrouver cette même expression par des vues théoriques, en se servant de l'équation dont Helmholtz a déduit les lois des courants induits qui se produisent à la fermeture et à l'ouverture du circuit d'une pile.

— M. *J. Pernet* rappelle que M. Crafts a communiqué d'intéressants résultats de recherches sur le déplacement du zéro dans les thermomètres à mercure qui ont été exposés à de hautes températures. Il arrive à cette conclusion, que ses expériences réduisent à un rôle nul ou très petit la part de la pression dans l'élévation permanente du point zéro.

M. Pernet s'associe complètement à cette manière de voir qui lui a été confirmée par ses propres expériences. Il est arrivé également à ce résultat, qu'on peut faire varier à volonté le zéro entre certaines limites, en chauffant plus ou moins longtemps les thermomètres à des températures convenables et en les refroidissant lentement jusqu'à une température donnée. Se laissant guider par ces vues théoriques et surtout par la relation qui existe, dans les limites de 0° et 100°, entre les dépressions du zéro et les températures auxquelles le thermomètre vient d'être soumis, il a réussi à éliminer l'effet de ces variations, si nuisible à la précision de la mesure des températures.

— M. D. *Klein* a prolongé pendant plusieurs heures la dissolution de l'acide tungstique dans du borax maintenu à l'ébullition. En employant un excès d'hydrate tungstique et de borax additionné du double de son poids moléculaire d'acide borique cristallisé, et séparant par filtration l'hydrate tungstique non dissous, on obtient une solution qui abandonne par cristallisation de l'acide borique et des polyborates de sodium.

L'eau mère concentrée et abandonnée dans le vide sec laisse déposer du borax, puis des cristaux d'un sel excessivement soluble dans l'eau.

Ceux-ci sont fort difficiles à purifier par cristallisation, vu leur grande solubilité. Toutefois, on a pu voir qu'ils appartenaient au système clinorhombique.

— M. *Gallier*, à propos de l'inoculation de la morve au lapin, a pu formuler les résultats qui suivent :

1° La morve est transmissible du cheval au lapin et du lapin à l'âne, mais elle ne se transmet pas sûrement, en sorte que, lorsqu'on se sert du lapin comme réactif pour reconnaître, dans les cas douteux, la nature d'un jetage chez le cheval, les résultats positifs seuls ont de la valeur; mais on ne saurait inférer que le jetage n'est pas morveux de ce que l'inoculation au lapin est restée sans effets.

2° La morve du lapin ne se traduit pas ordinairement par les symptômes pathognomoniques de cette affection chez le cheval.

3° Ses lésions ressemblent à celles de l'infection purulente. Elles restent localisées le plus souvent, sous forme de foyers caséeux, au tissu conjonctif sous-cutané et s'étendent aux ganglions lymphatiques. Ce n'est que par exception que l'on rencontre des lésions dans les poumons et sur la pituitaire.

Le virus morveux perd toute son activité virulente dans les matières qui le recèlent, liquides ou tissus, après quinze jours de dessiccation complète, à plus forte raison au bout d'un mois ou deux, d'où cette conséquence que la ventilation des locaux qui ont été habités par des chevaux morveux est un moyen très efficace de leur assainissement.

La morve a été transmise à un âne par injection hypodermique de la salive d'un cheval morveux. Ce fait peut être invoqué pour expliquer la propagation de la morve dans les grandes agglomérations de chevaux, dans les quartiers de cavalerie notamment. Il est admissible, en effet, que l'eau des abreuvoirs communs puisse servir de véhicule aux germes de la morve. Lorsque le cheval boit, une certaine partie de l'eau qu'il pompe s'échappe souvent par la commissure de ses lèvres; quand il a bu, il en laisse retomber une certaine quantité qui n'a pas été déglutie. Rien que par la salive l'eau peut être souillée; elle peut l'être aussi par les liquides qui s'échappent des voies nasales au moment de la déglutition.

Sans doute, on ne fait pas boire à l'abreuvoir commun des chevaux chez lesquels la morve est déclarée; mais cette maladie peut exister à l'état latent chez un certain nombre qui restent dans les rangs et peuvent être les agents de la contamination, par l'intermédiaire des abreuvoirs tout particulièrement.

— M. *Larrey* à ce propos rappelle une maladie très commune autrefois dans l'armée, alors que les soldats mangeaient à la gamelle commune. C'était une affection de la bouche, de nature inflammatoire et ulcéreuse, de forme sporadique d'abord, par l'effet de causes locales, mais devenant ensuite épidémique, sous l'influence d'une véritable

contagion, chez les hommes soumis à la gamelle commune. Ils entraient dans les hôpitaux par dizaines à la fois ou plus encore, et la maladie, sans offrir beaucoup de gravité par elle-même, démontrait cependant combien elle nécessitait la suppression d'une coutume aussi malpropre et aussi malsaine.

M. Larrey s'efforça dès lors auprès des autorités administratives de demander la suppression de la gamelle commune dans l'armée. Ce fut le maréchal de Saint-Arnaud, ministre de la guerre, qui, par décision du 24 décembre 1852, établit que les gamelles individuelles seraient substituées aux gamelles communes dans tous les corps de troupes.

BIBLIOGRAPHIE

Sommaire des principaux recueils de mémoires originaux.

Journal of the chemical society (juin-août 1880). — *Stenhouse* et *Groves :* Histoire de l'oréine et de ses dérivés. — *Japp :* Action des composés organo-métalliques du zinc sur les quinones. — *Smith :* Sur le pyrène; sur l'analyse des cendres de deux espèces d'eucalyptus. — *Bayley :* Réflexion de la lumière par le cuivre. — *Wright :* Produits de combustion du gaz. — *Muir :* De l'équilibre chimique. — *Nevile* et *Winther :* Théorie atomique appliquée à la structure des toluènes bromés, dérivés bromés et nitro-bromés du toluène. — *Jones :* Des polysulfures de sodium. — *Warington :* Action des acides azoteux et azotique sur le fer; procédés analytiques. — *Hodgkinson :* Action du sodium sur les phénylacétates. — *Marcet :* Sur un mode d'application de l'appareil de Pettenkoffer pour l'analyse des produits de la respiration. — *Groves :* Détermination de l'azote dans les composés carbonés. — *Miss Halcrow :* Action de l'air sur l'eau des marais. — *Frankland :* Oxydation spontanée des matières organiques dans l'eau. — *Perkin :* Produits d'oxydation de la paratoluidine, des anthraquinones et des matières colorantes qui en dérivent.

CHRONIQUE

Les bibliothèques en Europe. — Nous trouvons dans le journal de statistique de Vienne (*Statistische Monatschrift*) du mois de juin une statistique des bibliothèques, à laquelle nous empruntons les renseignements ci-après.

Si l'on considère d'abord les bibliothèques de l'Autriche, ce document fournit, pour les six groupes entre lesquels elles se divisent, les chiffres suivants :

	Nombre des biblio-thèques.	Volumes.	Nombre des ouvrages par bibliothèq.
I. Bibliothèques générales et scolaires.	189	1 923 044	10 175
II. Bibliothèques des congrégations religieuses et séminaires	159	1 587 489	9 984
III. Bibliothèques communales	45	1 075 594	23 902
IV. Bibliothèques militaires.	105	344 274	3 278
V. Bibliothèques privées.	23	328 842	14 298
VI. Bibliothèques commerciales.	56	216 555	3 937
	577	5 475 798	9 490

Dans ces résultats ne se trouvent pas compris les cartes et manuscrits.

Nous ignorons si cette statistique a été établie avec les mêmes détails dans les autres pays de l'Europe, et, pour la France notamment, il y a lieu de douter que les chiffres fournis comprennent les bibliothèques des associations religieuses, les bibliothèques militaires, les bibliothèques privées, etc. Ce n'est donc qu'avec réserve qu'on doit accueillir le tableau comparatif que nous empruntons au travail autrichien :

	Bibliothèques.	Volumes.	Manuscrits.
Autriche	577	5 475 798	68 176
France	500	4 598 000	135 000
Italie	493	4 349 281	330 570
Prusse	398	2 640 450	58 000
Grande-Bretagne	200	2 871 493	26 000
Bavière	169	1 368 500	24 000
Russie	145	952 090	24 300
Belgique	105	609 110	19 700

Ce qui fournit, par rapport à la population, les rapports ci-dessous :

Autriche	26,8	volumes pour 100 habitants
Bavière	26,4	—
Italie	16,2	—
France	12,5	—
Prusse	11,0	—
Belgique	10,4	—
Grande-Bretagne	6,0	—
Russie	1,3	—

Cet article est complété par l'énumération des principales bibliothèques du monde. Nous arrêterons cette nomenclature à celles qui possèdent plus de 200 000 volumes.

Nationale de Paris	2 078 000	86 000
Du British-Museum à Londres	1 000 000	41 200
Royale de Munich	800 000	24 000
Royale de Berlin	700 000	15 000
Royale de Dresde	500 000	4 000
Impériale et royale de Vienne	420 000	20 000
Royale de Copenhague	410 000	5 000
De l'Université de Gœttingue	400 000	5 000
Du château de Darmstadt	380 000	3 000
De l'Université de Leipzig	350 000	4 000
De l'Université de Breslau	340 000	»
Royale de Stuttgart	300 000	3 700
De l'Université d'Oxford	300 000	22 000
De l'Université d'Heidelberg	300 000	3 000
De la ville de Hambourg	300 000	5 000
Du grand-duché, à Weimar	250 000	8 000
Sainte-Geneviève, à Paris	250 000	30 000
De Gotha	238 000	6 000
De l'Université de Turin	221 000	4 000
De l'Université de Vienne	215 000	150
Nationale de Florence	214 600	7 000
Nationale de Bruxelles	210 000	19 700

Parmi les autres bibliothèques de France, on cite :

La bibliothèque de l'Arsenal, à Paris (180 000 vol.); la bibliothèque Mazarine (159 000 vol.); celle de l'Institut (80 000 vol.); la bibliothèque de la ville de Paris (52 000 vol.); celle d'Amiens (42 000 vol.); de Versailles (41 000 vol.); du Mans (41 000 vol.); de Montpellier 40 500 vol.); de Cambrai (30 000 vol.); de la Faculté de médecine de Montpellier (30 000 vol.); la bibliothèque de Toulouse (30 000 vol.), etc.

On parle souvent de la bibliothèque du Vatican, à Rome ; elle est indiquée comme possédant 30 000 volumes et 25 000 manuscrits.

— Mission scientifique française en Asie centrale. — Cette expédition, dont font partie M. Guillaume Capus et M. de Ujfalvy, avait arrêté son itinéraire comme il suit : elle devait passer par Nijni-Novogorod, descendre le Volga jusqu'à Kazan et prendre le chemin de fer jusqu'à Orenbourg aux frontières de l'Asie. Les membres de la mission ont quitté Vienne, le 17 août; après avoir préalablement rempli les formalités nécessaires pour permettre le passage de leurs armes de chasse à la frontière russe, ils sont arrivés à Moscou le 21.

Là, les mauvaises nouvelles sur l'état des chemins d'Orenbourg à Tachkend sont venues apporter un nouveau changement dans la route qu'on devait suivre pour arriver dans la capitale du Turkestan russe. Au lieu de traverser le steppe entre Orenbourg et le lac Aral, on ira à Tachkend par la Sibérie occidentale en passant par Nijni-Novogorod, Kazan, Perm, Iékatherinenbourg, Omsk, Tobolsk, et Semipolatinsk. Le trajet est beaucoup plus long et plus coûteux; mais, dans les circonstances actuelles, il est plus facile, et, ce qui importe le plus, il sera probablement très fertile au point de vue scientifique.

Le propriétaire-gérant : Germer Baillière.

PARIS. — Impr. J. CLAYE. — A. QUANTIN et Cie, rue St-Benoît. [1441]

LA

REVUE SCIENTIFIQUE

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

REVUE DES COURS SCIENTIFIQUES (2E SÉRIE)

DIRECTEURS : MM. ANTOINE BREGUET ET CHARLES RICHET

2e SÉRIE — 10e ANNÉE | NUMÉRO 13 | 25 SEPTEMBRE 1880

Paris, le 24 septembre 1880.

La statistique sommaire publiée par le *Journal de l'instruction publique,* au sujet de la dernière session du baccalauréat (juillet-août 1880), ne laisse pas que d'être affligeante pour tous ceux qui s'intéressent au développement de l'instruction en France (1).

Pour ne parler que des examens relatifs aux sciences, 3620 jeunes gens ont subi les épreuves du baccalauréat ès sciences complet; 2043 ont été éliminés après les épreuves écrites, 260 après les épreuves orales, et 1317 ont été jugés dignes du grade, ce qui donne une faible proportion de 33 pour 100.

Sur les 1317 candidats admis, *un seul a obtenu la note très bien,* 25 ont mérité la note bien, 288 la note assez bien et 1003 la note passable; 750 candidats étaient déjà bacheliers ès lettres avant de se présenter aux examens du baccalauréat ès sciences; 368 ont réussi dans leur examen, 340 avaient été éliminés après l'écrit et 42 après l'oral.

Pour le baccalauréat ès sciences restreint, auquel se présentent spécialement les jeunes gens qui se destinent à la médecine, il y a eu 492 candidats; 243 ont été éliminés après l'épreuve écrite, 45 après l'épreuve orale, et 204 ont été reçus; soit 41 pour 100. *Aucun de ces jeunes gens n'a obtenu la note très bien ni la note bien;* 36 ont mérité la note assez bien et 168 la note passable.

424 candidats aux examens du baccalauréat restreint étaient déjà bacheliers ès lettres; 195 ont été exclus après les épreuves écrites, 33 après les épreuves orales et 196 définitivement admis.

En présence de pareils résultats, nous avons vu avec plaisir le ministre recommander aux recteurs de veiller à ce qu'un professeur n'ait jamais plus de trente élèves sous sa direction.

(1) Voir *Revue scientifique :* Statistique de la session de mars-avril 1880, p. 192.

L'*Institut américain pour l'éducation,* la plus ancienne et la plus influente des associations qui ont pour but l'enseignement à ses divers degrés, a tenu sa 51e session annuelle à Saratoga, dans l'État de New-York, les 6, 7 et 8 juillet. Cette session est considérée comme une des plus importantes, tant par le nombre et la qualité des membres présents que par l'importance des questions traitées.

Au nombre des mémoires lus au Congrès, nous remarquons celui de M. John D. Philbrick, l'honorable commissaire de l'exposition scolaire américaine au Champ de Mars. M. Philbrick a traité de la *coéducation des deux sexes,* et sur cette question il n'a pas craint d'aller à l'encontre de l'opinion d'une bonne partie de ses compatriotes. Tout en demandant que la jeune fille reçoive une large culture de toutes ces facultés, il estime qu'elle ne saurait être sans danger placée, à l'âge de dix ans, sous le même régime que le jeune homme. Il appuie son opinion sur ses propres observations dans les écoles de Boston, dont il a été le surintendant pendant plus de vingt ans, et sur les renseignements qu'il a recueillis en Europe.

Parmi les autres mémoires, il s'en trouve sur l'utilité des *High schools,* sur les bibliothèques publiques considérées dans leurs rapports avec l'éducation populaire, et sur l'étude de la langue comme moyen de culture intellectuelle et morale.

Le discours de clôture a été prononcé par le Révérend Henry Ward Beecher, de Brooklyn, un des plus célèbres prédicateurs des États-Unis. Il a éloquemment défendu le système de l'école gratuite, ouverte à toutes les communions religieuses et entretenues par les taxes publiques. Cette école doit être morale, mais non confessionnelle (*unsectarian*). Elle ne doit pas enseigner des dogmes ou des principes qui blesseraient les croyances de ceux qui supportent les taxes destinées à l'entretenir.

PHYSIQUE

Le Photophone de Bell.

Alexander Graham Bell, le célèbre inventeur du premier téléphone articulant, a fait, il y a peu de temps, au dernier meeting de l'Association américaine, une communication du plus haut intérêt. Sa découverte consiste dans un instrument appelé par lui *Photophone*, parce qu'il sert à transmettre les sons par l'intermédiaire d'un rayon lumineux. Tandis que le téléphone ordinaire nécessite des conducteurs métalliques pour joindre entre elles les deux stations en correspondance, le *Photophone* récepteur est tout à fait indépendant de son transmetteur. Il suffit qu'un faisceau de lumière puisse traverser l'espace d'un poste à l'autre sans rencontrer aucun obstacle opaque. Encore verrons-nous que cette condition n'est pas rigoureusement absolue, et que certaines natures d'écrans n'empêchent pas toujours les communications verbales de s'établir.

I.

Le principe sur lequel est fondé le photophone est déjà connu depuis plusieurs années C'est à M. Willoughby Smith que revient l'honneur de l'avoir découvert. Le 12 février 1873, ce physicien annonçait à la Société des ingénieurs télégraphistes de Londres que le *sélénium* présente une résistance bien plus faible au passage du courant électrique, lorsqu'il est exposé à la lumière, que s'il se trouve dans l'obscurité. De là à imaginer un appareil téléphonique mettant à profit ce singulier phénomène, il n'y avait pas loin, et, en réalité, la pensée en vint à plusieurs personnes presque simultanément. Nous citerons entre autres M. Adriano Paiva, professeur à l'académie de Porto; M. Senlecq, d'Ardres, etc.

Mais, avant d'examiner avec quelque détail les projets, plus ou moins heureux, de ces divers savants, il n'est pas sans intérêt de reprendre la question de plus haut et de faire ici une histoire sommaire du sélénium.

C'est en 1817 que Berzélius et Gottlieb Gahn découvrirent ce métalloïde, à Gripsholm, en cherchant à préparer de l'acide sulfurique au moyen des pyrites de fer. Ils constatèrent, dans l'acide obtenu, la présence d'une substance d'un rouge tirant sur le brun clair qui, soumise à la flamme du chalumeau, dégageait une odeur analogue à celle du tellure. Berzélius crut pendant quelque temps qu'il pourrait, par ce procédé, isoler ce dernier corps; mais il n'y parvint pas. Il prépara alors une plus grande quantité du nouveau produit et put en extraire des sulfures de mercure, de cuivre, de zinc, de fer, d'arsenic et de plomb, mais jamais aucune trace de tellure. Il ne se rebuta point et acquit enfin la conviction qu'il était en présence d'un nouveau corps simple qui offrait avec le tellure de grandes analogies comme propriétés chimiques. Pour marquer cette parenté, il appela le corps qu'il venait de préparer, sélénium (de σελήνη, lune), le mot tellure venant lui-même de *tellus*, terre.

Bien que, à beaucoup d'égards, le sélénium et le tellure aient souvent le même rôle, chimiquement parlant, ces deux métalloïdes offrent une grande dissemblance si l'on examine leurs propriétés électriques. Le tellure est un excellent conducteur de l'électricité; le sélénium est, comme Berzélius l'avait montré, une substance isolante.

Knox remarque pourtant, en 1837, que le sélénium devient conducteur lorsqu'il est fondu à l'aide de la chaleur. Hittorff, en 1852, montre que, même à des températures ordinaires, son pouvoir conducteur devient appréciable s'il se trouve sous une de ses formes allotropiques. Quand il est brusquement refroidi à partir de son point de fusion, il est isolant; alors la forme qu'il affecte est la forme vitrée, amorphe; sa couleur est brun foncé, noire à la lumière réfléchie, et sa surface est extrêmement brillante. En lames minces, il est transparent et paraît, à la lumière transmise, d'un magnifique rouge de rubis.

Lorsque le sélénium est refroidi, au contraire, avec ménagement, ses caractères physiques sont tout autres. Sa couleur rappelle celle du plomb, sa structure est cristalline et ressemble à celle d'un métal. C'est sous cette forme que Hittorff l'a trouvé conducteur de l'électricité aux températures ordinaires. Il trouva aussi que sa résistance électrique subissait une décroissance continue lorsqu'on le chauffait jusqu'à la fusion, et que cette résistance s'accroissait brusquement au passage de l'état solide à l'état liquide. On savait déjà que le sélénium, exposé aux rayons du soleil, passe de l'une de ses formes allotropiques à l'autre, — et cette *observation* présente quelque importance pour ce qui nous reste à dire.

II.

Le sélénium était déjà connu depuis soixante ans environ et n'avait pu trouver à s'utiliser à aucun titre dans les arts. C'était une simple curiosité chimique. On le préparait en crayons cylindriques, la plupart du temps à l'état amorphe, c'est-à-dire la forme sous laquelle il est isolant.

M. Willoughby Smith crut que, en raison de sa grande résistance, cette substance pourrait lui rendre service dans un mode d'épreuve des câbles sous-marins qu'il avait imaginé. Ses expériences lui montrèrent qu'en effet cette résistance était considérable. Quelques crayons de sélénium accusaient une résistance de 1400 *megohms*. — C'était l'équivalent d'une ligne télégraphique de fil de fer de 4 millimètres de diamètre qui unirait la terre au soleil! — Mais il fut reconnu que cette résistance était singulièrement variable, et on voulut trouver la cause de cette bizarrerie. Ce fut alors que M. May, préparateur de M. Willoughby Smith, découvrit que le sélénium était plus conducteur à la lumière que dans l'obscurité.

Afin de s'assurer que c'était bien un effet de la lumière et que la température ne jouait aucun rôle dans ce phénomène, le sélénium fut entouré d'eau et les rayons lumineux ne l'atteignaient qu'après avoir traversé plusieurs centimètres de liquide. Même dans ces conditions, la simple approche d'une bougie allumée produisait une déviation relativement considérable de l'aiguille d'un galvanomètre dont le

circuit comprenait une pile et la barre de sélénium. La lumière du magnésium en combustion réduisait la résistance totale à la moitié de sa valeur.

Au premier abord, ces résultats si inattendus rencontrèrent dans le monde savant, sinon de l'incrédulité, au moins quelque peu de scepticisme. Mais ils ne tardèrent pas à être confirmés par les travaux du lieutenant Sale, de Draper, de Moss et de plusieurs autres physiciens.

M. Sale soumit le sélénium aux différentes radiations spectrales et observa que l'effet maximum se produisait au maximum de température. Mais M. Adams du *King's College* reconnut au contraire que le maximum a lieu en pleine lumière, c'est-à-dire en pleine radiation jaune verdâtre.

Lord Rosse, voulant élucider la question, plaça une barre de sélénium et une pile thermo-électrique dans des conditions identiques, afin de voir si la chaleur les influencerait de la même manière. Il les soumit à l'action de la chaleur obscure émanant de corps chauffés; il interposa, entre la source lumineuse et le sélénium, une cuve d'alun qui devait arrêter au passage les rayons calorifiques. Dans le premier cas, le galvanomètre montrait que la pile seule était influencée; dans le second cas, c'était au contraire le sélénium. La question était tranchée. M. Adams constata, en outre, que la lumière froide de la lune impressionnait le sélénium, et M. Werner Siemens découvrit même que certaines espèces particulières subissaient quelquefois des effets opposés de la part de la lumière et de la chaleur. Le même électricien put préparer un échantillon de sélénium dont la résistance variait de 15 à 1 lorsqu'il le faisait passer de l'obscurité à une vive lumière.

M. Werner Siemens eut l'idée de profiter de cette propriété pour réaliser un photomètre d'un nouveau genre et d'une très grande sensibilité. Le jeu en est aisé à comprendre. Un courant constant traversait, d'une manière continue, à la fois une tige de sélénium et un galvanomètre. Lorsque la lumière tombait sur le sélénium, sa résistance diminuait et, par suite, l'intensité du courant augmentait. L'aiguille du galvanomètre était alors déviée, et l'on conçoit qu'il soit possible de graduer empiriquement un tel instrument afin de savoir qu'une déviation de tant de degrés représente une lumière de tant de becs Carcel. M. Siemens construisit encore un œil artificiel dont les paupières s'abaissaient à la lumière et s'ouvraient dans l'obscurité et dont on peut trouver la description dans ce recueil (1).

Les applications commençaient. De plusieurs côtés, on imaginait à la fois des dispositions qui n'étaient, il faut l'avouer, que rarement mises à exécution, pour résoudre un autre problème des plus attrayants. Il s'agissait de faire pour la vue ce que le téléphone avait fait pour le son. Il fallait trouver le moyen de voir *électriquement* de Paris ce qui se passe au même moment aux antipodes! Les gens confiants dans l'électricité — et il n'en manque pas, — se mirent à la besogne et se torturèrent l'esprit pour arriver à découvrir la solution si désirée.

(1) Voir la *Revue scientifique* du 2 septembre 1876, 2e série, t. XI, p. 228. L'action de la lumière sur le sélénium, par C.-W. Siemens.

Il serait certainement malaisé de démontrer qu'un tel problème est insoluble, et, à vrai dire, il n'est pas probable qu'il le soit. Mais il est difficile, à n'en pas douter, et les solutions ne furent pas trouvées.

Ces recherches donnèrent lieu pourtant à d'ingénieuses idées, qui méritent d'être mentionnées. M. Adriano de Paiva fut le premier peut-être à songer à une application de cette nature. Un journal américain avait annoncé l'apparition d'un certain *Télectroscope* fondé, comme le téléphone, sur la transmission électrique.

« Il se compose, dit l'article en question, de deux chambres, placées l'une au point de départ, l'autre au point d'arrivée. Ces chambres sont reliées entre elles par des fils métalliques *convenablement* (!) combinés. La paroi antérieure et interne de la chambre de départ est hérissée de fils imperceptibles dont l'extrémité apparente forme, par leur réunion, une surface plane. Si l'on place devant cette surface un objet quelconque, et si les vibrations lumineuses, répondant aux détails des formes et des couleurs de cet objet, sont saisies par chacun des fils conducteurs et transmises à un courant électrique, elles se reproduisent identiquement à l'extrémité de ces fils. »

Cette note, évidemment, ne signifiait pas grand'chose, sinon que le germe d'une idée nouvelle était dans l'air. Il est aisé de décrire des appareils en parlant de conducteurs *convenablement* combinés, et notre conviction est que cette soi-disant invention n'a jamais reçu le moindre commencement d'exécution. Néanmoins M. A. de Paiva, y mettant du sien, la rendit un peu moins irréalisable en lui donnant un point d'appui scientifique, tiré justement des propriétés du sélénium. Une plaque de sélénium formait la plaque sensible.

« Ce corps (1), dit l'auteur, jouit d'une propriété récemment découverte. Interposé dans le circuit d'un galvanomètre et d'une pile, il fait dévier l'aiguille d'une manière notable, toutes les fois qu'un faisceau lumineux vient tomber sur lui. Ces déviations sont d'ailleurs différentes sous l'influence des diverses radiations du spectre, comme le montrent les nombres suivants :

Couleurs.	Déviations.
Ultra-violet	139
Violet	148
Bleu	158
Jaune	178
Rouge	188
Ultra-rouge	180

Évidemment, l'appareil de M. de Paiva présentait d'immenses difficultés d'exécution, peut-être insurmontables dans l'état actuel de la science; mais enfin l'idée première pouvait se défendre.

M. Senlecq, d'Ardres, avait songé à un *Télectroscope* moins ambitieux, puisqu'il n'aurait transmis au loin que des dessins exécutés à la main, en quelque sorte, et non, directement,

(1) *La Télescopie électrique basée sur l'emploi du sélénium*, par A. de Paiva.

des panoramas naturels. Mais, par contre, l'invention semblera plus réalisable. On va en juger.

« Cet appareil serait basé sur cette propriété que possèderait le sélénium d'offrir une résistance électrique variable et très sensible selon les différentes gradations de lumière.

« L'appareil consisterait dans une chambre noire ordinaire contenant au foyer une glace dépolie et un système de transmission de télégraphe autographique quelconque. La pointe traçante du transmetteur destinée à parcourir la surface de la glace dépolie serait formée d'un morceau de sélénium maintenu par deux ressorts faisant pince, communiquant l'un avec la pile, l'autre avec la ligne. La pointe de sélénium fermerait le circuit. En glissant sur les surfaces plus ou moins éclairées de la glace dépolie, cette pointe communiquerait, à des degrés différents et avec une grande sensibilité, les vibrations de la lumière.

« Le récepteur aurait également une pointe traçante en plombagine ou en crayon très tendre, reliée à une plaque très mince de fer doux maintenue à peu près comme dans les téléphones Bell, et vibrant devant un électro-aimant gouverné par le courant irrégulier émis dans la ligne. Ce crayon, appuyant sur une feuille de papier disposée de manière à recevoir l'impression de l'image produite dans la chambre noire, traduirait les vibrations de la plaque métallique par une pression plus ou moins accentuée sur cette feuille de papier.

« La pointe traçante en sélénium parcourrait-elle une surface éclairée, le courant augmenterait d'intensité, l'électroaimant du récepteur attirerait à lui avec plus de force la plaque vibrante, et le crayon exercerait moins de pression sur le papier. Le trait, alors formé, serait peu ou point apparent. Le contraire se produirait si la surface était obscure, car la résistance du courant augmentant, l'attraction de l'aimant diminuerait et le crayon, pressant davantage le papier, y laisserait un trait plus noir (1). »

Cette description ne laisse-t-elle pas, en effet, peu de chose à désirer au point de vue scientifique? Ce télectroscope ne paraît pas aujourd'hui plus prodigieux que ne paraissait le téléphone de Bell, lorsqu'il ne nous était encore connu que par les premières descriptions.

Il n'a pas tenu cependant les promesses que son inventeur en attendait. Le silence s'est fait sur lui, et ni M. Senlecq, ni d'autres personnes qui avaient eu des idées analogues à la sienne n'ont mis le public à même d'expérimenter un instrument achevé (2).

III.

Nous arrivons maintenant au photophone de Graham Bell. Si le sélénium y est toujours mis à contribution comme dans les appareils précédents, le but est pourtant loin d'être le même. Bell n'a eu qu'un objectif : construire un téléphone qui n'eût pas besoin de conducteurs. Le problème a déjà de quoi tenter, — et il paraît qu'il est, dès à présent, résolu d'une manière tout à fait satisfaisante.

Tous les savants qui avaient étudié le sélénium, MM. Willoughby Smith, Sale, Draper, Moss, Adams, Rosse, Day, Sabini, Siemens, s'étaient tous servis du galvanomètre. Bell pensa à lui substituer son téléphone. Mais, ainsi qu'on le sait, ce téléphone ne peut accuser que des variations de courant et non pas l'existence de courants continus si puissants qu'ils soient. C'est seulement lorsque le courant devient plus fort ou plus faible, que la membrane de fer s'abaisse ou se relève et rend un son. Si donc on veut constater la présence d'un courant dans un circuit téléphonique, il faut interrompre ce courant un grand nombre de fois pendant un temps très court, de manière à produire une suite de courants intermittents. Au lieu d'interruptions, de simples modifications dans l'intensité du courant impressionnent aussi le récepteur, quoiqu'à un moindre degré. Ajoutons que des courants, trop faibles pour être révélés par le téléphone lorsque le circuit est coupé et rétabli une seule fois, deviennent perceptibles lorsque les ouvertures du circuit se répètent fréquemment et à court intervalle.

Afin de rendre sensibles les propriétés du sélénium à l'aide de son appareil, Bell disposa son expérience comme il suit : un crayon de sélénium fut traversé par le courant continu d'une pile et placé dans le circuit d'un téléphone articulant. On faisait tomber sur le sélénium un rayon de lumière éclipsé un grand nombre de fois dans l'espace d'une seconde, autrement dit une série d'émissions lumineuses successives et très rapprochées. Chacune de ces émissions causait une variation dans la résistance du sélénium et par suite, dans l'intensité du courant dont le circuit était le siège. Le téléphone qui se trouvait placé dans ce circuit subissait donc des alternatives d'aimantation correspondantes.

S'il se produit de la sorte 435 éclairs, 435 variations de courant s'ensuivront et la plaque du téléphone récepteur exécutera 435 vibrations, c'est-à-dire la note *la* du diapason normal. Cette disposition pourra donc servir à transmettre les sons musicaux. Il reste à savoir si le timbre de ces sons peut aussi se transmettre ou, ce qui revient au même, si la voix humaine peut être ainsi perçue avec toutes ses finesses.

Pour y parvenir, Bell dispose (fig. 19) deux petites lames voisines et parallèles L, L' percées de fentes étroites *f*, *f'* absolument en regard l'une de l'autre, de manière qu'un faisceau lumineux puisse les traverser librement. L'une de ces lames L est solidaire d'un support fixe, tandis que l'autre dépend d'une membrane téléphonique mince M à laquelle elle est perpendiculaire. Lorsqu'on parle contre cette membrane, celle-ci vibre et entraîne la lame dans tous ses mouvements. Mais alors les deux fentes cessent d'être en regard et le faisceau lumineux se trouve éclipsé à certains instants, en entier ou en partie. En somme, ce faisceau subit constamment, dans son intensité, des variations qui correspondent rigoureusement aux diverses amplitudes des vibrations de la membrane. C'est ce que Bell appelle un rayon de lumière *ondulatoire*. Voilà pour la station transmettrice.

A l'autre station, séparée de la première par une distance quelconque, on a disposé l'appareil récepteur qui se compose du sélénium, de la pile et du téléphone articulant. Le

(1) Les *Mondes*, 16 janvier 1879.

(2) M. Bell cite comme ayant songé à des applications de même nature, M. Sargent de Philadelphie et M. David Brown de Londres. Leurs travaux nous sont inconnus.

rayon ondulatoire dirigé sur le sélénium l'impressionne à chaque instant en raison de son intensité. Il s'ensuit des variations *ondulatoires* de la résistance du métalloïde et des vibrations correspondantes dans le téléphone. En un mot, on entend par ce téléphone les paroles prononcées vis-à-vis de la membrane de la première station.

M. Bell cite une expérience faite à la distance de 213 mètres. Son aide M. Tainter se trouvait dans les combles de la maison d'école de Franklin, à Washington, et le système récepteur était placé à la fenêtre de son laboratoire, 1325 L Street. Il raconte avoir entendu distinctement les paroles suivantes, en plaçant le téléphone à son oreille :

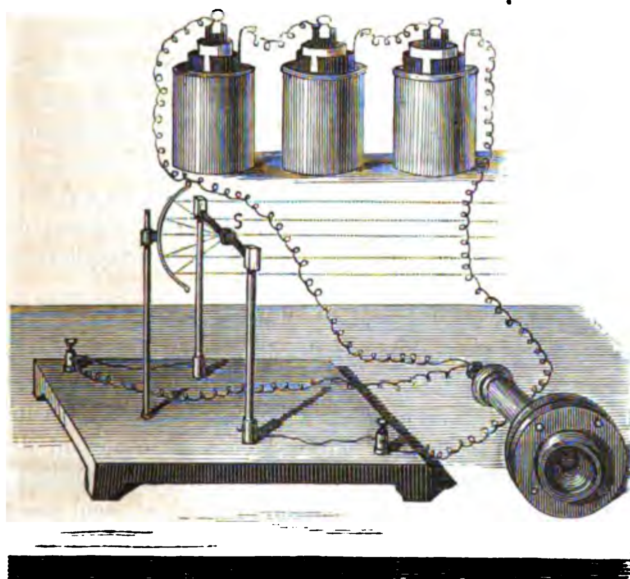
« Mr Bell, if you hear what I say, come to the window and wave your hat. »

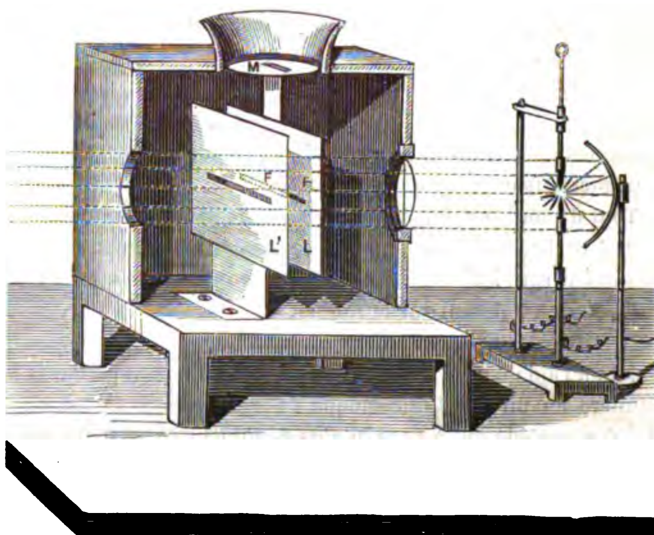
(Monsieur Bell, si vous entendez ce que je vous dis, venez à la fenêtre et agitez votre chapeau.)

En présence d'une relation aussi précise, il n'y a plus qu'à s'incliner et à croire, tout miraculeux que puisse paraître le photophone.

Mais pour en arriver là, Bell a rencontré un certain nombre de difficultés dont il a dû commencer par triompher.

Lorsqu'il entreprit l'ordre de recherches qui vient de le conduire à un si magnifique résultat, il reconnut que le





Récepteur. Transmetteur.

Fig. 19.

(Afin de mieux distinguer les organes du transmetteur, les proportions de l'appareil n'ont pas été respectées.)

sélénium possédait une résistance de beaucoup supérieure à celle de ses téléphones, ce qui constituait un premier obstacle à une bonne réussite. Il dut s'occuper de réduire cette résistance et de construire des téléphones en rapport avec les conditions nouvelles qui s'imposaient à lui.

Cette grande résistance provenait, paraît-il, de deux causes distinctes : en premier lieu, de la forme physique du sélénium, et, en second lieu, de la nature du métal en contact direct avec lui.

Bell réussit à modifier quelque peu la forme cristalline et put ainsi réduire la résistance d'un même échantillon de 250 000 ohms à 300 ohms (dans l'obscurité). Au jour, la résistance baissait encore à 155 ohms. Ces premiers progrès le mirent à même d'annoncer à l'Institution royale de la Grande-Bretagne, dans la séance du 17 mai 1878, qu'il était possible *d'entendre l'ombre et la lumière* au moyen du sélénium !

C'était en général de platine qu'on se servait pour prendre contact sur le sélénium afin de compléter le circuit. Bell reconnut qu'il est impossible d'obtenir un bon contact dans ces conditions et il a augmenté la conductibilité de ces points d'attache en se servant de laiton. Il suppose qu'il s'exerce entre le sélénium et le laiton une action chimique favorable à l'intimité de leur contact. Il compare le sélénium fondu à l'eau qui ne *touche* réellement bien que les substances qu'elle mouille et non les substances grasses.

La préparation qui permet d'obtenir le sélénium à l'état de conductibilité convenable consiste à le soumettre à la chaleur d'un four à gaz. On observe l'aspect de sa surface et il arrive un moment où celle-ci se ternit comme par une buée et qu'elle prend une apparence métallique et cristalline. Alors on retire le sélénium du four et on le laisse se refroidir au dehors. L'opération dure quelques minutes en tout, et il n'est pas besoin, en réalité, d'opérer le refroidissement avec lenteur, comme l'avaient recommandé les précédents expérimentateurs.

Vu au microscope, le sélénium obtenu de cette manière offre l'aspect de « flaques de neige grisâtres sur un sol de rubis ». Si l'action de la chaleur avait été prolongée, le microscope aurait montré comme une foule de cristaux pris en masse, analogues aux basaltes.

Préparé ainsi, le sélénium présente la conductibilité désirable. Mais il est une autre condition non moins importante qu'il est nécessaire de réaliser. Le sélénium ne doit pas seulement être bon conducteur, il doit encore être sensible aux influences les plus rapides, les plus courtes de la lumière; car, s'il exigeait un temps appréciable, mesurable pour mieux dire, pour modifier sa résistance sous l'action d'un rayon lumineux, il serait impuissant à traduire toutes les nuances incessamment variables de ce dernier, et le timbre au moins, si ce n'est la note elle-même, ne pourrait en aucune façon se transmettre.

L'impression lumineuse est, sans nul doute, superficielle. Il faut donc tailler le sélénium suivant des formes qui présentent une surface immense eu égard à leur masse. C'est ce à quoi M. W. Siemens avait déjà songé lorsqu'il préparait pour ses expériences le sélénium en forme de spirale plane très mince et très resserrée (1).

Plus de cinquante appareils de genres différents ont été expérimentés par Bell, à seule fin de produire des variations d'intensité dans un faisceau lumineux. Nous en passerons quelques-uns en revue.

Tout d'abord, on doit remarquer que la source de lumière peut être directement influencée de manière à augmenter ou diminuer son intensité. C'est ce qu'on pourrait faire, par exemple, en agissant sur le robinet d'un conduit de gaz. On pourrait aussi agir sur un rayon lumineux d'intensité constante à l'aide d'un écran qui masquerait ou démasquerait la lumière en un point quelconque de son parcours. C'est ce dernier procédé qui a paru le plus commode. Mais il donne lieu lui-même à de nombreux dispositifs très différents les uns des autres.

La lumière pourrait encore être polarisée, et, dans ce cas, on la modifierait par des influences magnétiques ou électriques à la façon de Faraday.

Une autre méthode consisterait à faire passer la lumière à travers une lentille à foyer variable comme celle du docteur Cusco.

Mais la meilleure disposition, parmi toutes celles qui ont été essayées, consiste à faire réfléchir le faisceau lumineux sur un miroir plan et flexible tel qu'une feuille de mica argenté ou de verre mince. On parle alors contre ce miroir et ce sont ses propres vibrations qui modifient constamment la direction du rayon réfléchi.

Quant à la source de lumière, on s'est servi du soleil dont les rayons, concentrés à l'aide d'une lentille sur le miroir, étaient rendus parallèles par une autre lentille aussitôt après leur réflexion. Mais les transmissions se produisent également lorsqu'on emploie un foyer électrique et même une lampe à gaz ou à pétrole.

A l'arrivée, les rayons étaient reçus dans un réflecteur parabolique qui les obligeait tous à concourir au même point, son foyer, où se trouvait placé le fragment de sélénium à impressionner. Comme précédemment, ce dernier faisait partie du circuit d'une pile et d'un téléphone ordinaire.

(1) Voyez encore la *Revue scientifique* du 2 septembre 1876.

IV.

Bell a cherché à déterminer la nature des radiations en jeu dans ces phénomènes si remarquables. Il a, à cet effet, disposé ses expériences d'une manière un peu différente de celle que nous venons de décrire.

Les éclipses successives de lumière étaient produites à l'aide d'un disque ordinaire de phénakisticope, c'est-à-dire d'un disque percé de fenêtres sur tout son pourtour et animé d'un mouvement rapide de rotation. Les sons obtenus ainsi dans le téléphone récepteur avaient une intensité relativement considérable. Si la vitesse de rotation était assez grande et uniforme, on entendait une certaine note, toujours la même; si la vitesse augmentait, le son s'élevait, et si la vitesse diminuait, le son s'abaissait. En plaçant la main sur le trajet de la lumière, aucun bruit n'était plus perçu. Si la main obturait le faisceau lumineux à des intervalles déterminés correspondant à une et deux secondes, par exemple, on entendait des bruits brefs ou prolongés comme ceux qui dans les parleurs télégraphiques correspondent aux signaux de l'alphabet Morse. Voilà, en passant, une ingénieuse application du photophone à la télégraphie ordinaire.

Les choses ainsi disposées, diverses substances absorbantes furent placées sur le trajet du pinceau lumineux. On reconnut de cette façon qu'une solution d'alun ou de sulfure de carbone n'affaiblit que dans une faible mesure l'intensité des sons, tandis que du sulfure de carbone contenant de l'iode en dissolution les arrête d'une manière presque absolue. Les écrans opaques semblent devoir arrêter également toute espèce de transmission; cependant M. Bell affirme qu'une feuille mince de caoutchouc placée entre la source de lumière et le disque tournant n'empêche pas complètement le phénomène sonore de se produire, bien que l'on paraisse agir sur un faisceau obscur. Il serait prématuré, sans de nouvelles et nombreuses expériences, de se prononcer sur la nature de ces radiations efficaces, quoique obscures; mais il est difficile de mettre en doute leur influence, puisque le photophone a fonctionné malgré un écran composé de deux feuilles de caoutchouc séparées l'une de l'autre par une cuve d'alun en dissolution saturée.

Nous n'en avons pas fini avec les faits surprenants que nous révèle M. Bell. Si l'on fait tomber sur une feuille de caoutchouc le rayon de lumière rendu *vibratoire*, pour ainsi dire, par le disque perforé, cette feuille de caoutchouc rend un son, comme il est facile de s'en assurer en en approchant l'oreille. Le sélénium taillé en lame mince jouit encore de la même propriété! — et non seulement le sélénium — mais encore l'or, l'argent, le platine, le fer, l'acier, le laiton, le cuivre, le zinc, le plomb, l'antimoine, le maillechort, les alliages de Jenkin et de Babbitt, l'ivoire, le celluloïde, la gutta-percha, le papier, le parchemin, le bois, le mica et le verre argenté!! Les seules substances absolument réfractaires ont été le charbon et le verre mince, et pourtant M. Bell pense qu'il est là en présence d'une propriété nouvelle et générale des corps. Il pense que toute espèce de substance

est capable de rendre un son sous l'action d'une lumière scintillante. Il affirme avoir entendu distinctement des sons suffisamment nets à travers des tubes de caoutchouc, de laiton et de bois qui, d'abord éclairés par la lumière du soleil, étaient tout à coup plongés dans l'obscurité.

Vraiment, si l'on n'avait pas affaire à Bell, à l'inventeur de ce téléphone auquel personne ne croyait avant son apparition, on serait en droit de refuser toute créance à la communication qu'il vient de faire au congrès de Boston.

V.

Le photophone prouve une fois de plus que toute cause capable de modifier les propriétés électriques des corps peut servir à réaliser un téléphone articulant.

Ces modifications peuvent viser la force électromotrice, — alors aucune pile, aucune énergie extérieure ne sera mise à contribution; — c'est le cas du téléphone de Bell et le cas du téléphone à mercure.

Elles peuvent viser la capacité des corps, et, dans ce cas, aucune dépense d'énergie extérieure ne serait nécessaire. Il n'existe pas d'ailleurs de téléphone fondé sur les variations de capacité, bien que des essais aient été tentés dans ce sens par plusieurs physiciens.

Elles peuvent encore viser la résistance des corps, — alors il est indispensable d'introduire un courant électrique, c'est-à-dire une énergie extérieure, dans le système; — c'est le cas du microphone, du téléphone d'Edison, et c'est le cas aussi du photophone sujet de cette étude.

Mais si ces divers procédés rendent possible la transmission ou la reproduction de la voix humaine, c'est aussi grâce à la délicatesse prodigieuse de notre ouïe. Aucune méthode connue d'amplification n'a été capable de révéler physiquement les déplacements vibratoires d'une membrane téléphonique réceptrice, lorsque celle-ci servait à recueillir, non une note musicale, mais la parole. Et cependant ces déplacements existent. Cela prouve donc uniquement qu'ils sont d'une amplitude extraordinairement petite. C'est justement là le secret de la possibilité des téléphones. Pour des variations si faibles, d'un jeu si peu étendu, l'élasticité des lames métalliques, la pression de deux substances déjà en contact, la résistance électrique d'un conducteur, la sensibilité à la lumière, etc., peuvent être considérées comme rigoureusement proportionnelles aux causes qui les forcent à se modifier. En d'autres termes, les effets sont dans la plus complète dépendance des causes.

Cela explique aussi pourquoi il est si difficile d'augmenter la puissance des téléphones au delà d'une certaine limite. Passé une certaine amplitude, la dépendance en question n'existe plus, les appareils fonctionnent mal.

Quelles pourront être les applications pratiques du photophone?

Il est toujours dangereux de risquer des prophéties, qu'elles soient optimistes ou pessimistes. Nous croyons pourtant que le photophone ne détrônera pas le téléphone. Sans doute il est éminemment commode de pouvoir transmettre des messages sans l'intermédiaire de conducteurs coûteux, embarrassants et sujets à des accidents. Mais ces conducteurs peuvent suivre des chemins détournés, tandis qu'un rayon lumineux devra toujours être rectiligne. Il sera nécessaire, pour correspondre par le photophone, de disposer les deux stations de manière qu'aucun obstacle opaque, aucun mur, aucune maison, aucune montagne ne les sépare, ne coupe la ligne droite qui les réunit. On pourrait certainement se servir de réflecteurs, de miroirs métalliques ou autres, pour dévier le rayon, si cela est absolument indispensable; mais ces réflexions absorberaient une notable part du faisceau incident, et, lui enlevant la puissance, elles en réduiraient la portée.

Et cependant serait-il absurde d'espérer qu'on puisse arriver un jour à établir de véritables relais photophoniques? Non certainement au point de vue théorique. Qui pourrait empêcher le rayon lumineux d'impressionner un récepteur de sélénium dont la membrane agirait à son tour sur un rayon appartenant à une nouvelle source locale de lumière, — et ainsi de suite? Nous ne voyons pas *a priori* d'objection scientifique au fonctionnement de ces relais successifs, et leur réalisation, si elle est jamais possible, permettra alors de mettre en correspondance deux points quelconques sans les astreindre à se voir l'un l'autre, suivant une ligne rigoureusement droite.

Mais les expériences manquent à cet égard. Bell n'en parle pas, et c'est une simple espérance, un peu téméraire, que nous nous risquons à formuler.

Au point de vue pratique, les communications photophoniques pourraient être moins coûteuses, surtout en France, que celles qui requièrent des circuits métalliques. L'État, se fondant sur ce que le monopole des télégraphes lui appartient, a assimilé les téléphones à ces télégraphes et exige des redevances absolument exagérées sur toutes les lignes téléphoniques qui desservent les correspondances particulières. Ce faisant, l'État a enrayé, dans une mesure considérable, le progrès qui devait résulter des merveilleuses découvertes de Bell et d'Edison, et des travaux auxquels celles-ci ont donné naissance.

L'État oserait-il encore assimiler des rayons de lumière à des conducteurs? Nous nous refusons à le croire, et, si nous ne nous trompons pas sur ce point, le photophone pourrait être d'un usage relativement avantageux.

En dehors des applications publiques ou privées, il resterait encore bien des cas où cet appareil serait capable de rendre de réels services. Nos lecteurs se rappellent sans doute les travaux géodésiques accomplis par le colonel Perrier et le général Ibanez, pour relier, par des triangulations directes, l'Espagne à l'Algérie (1).

Les feux électriques de la Sierra-Nevada et des montagnes africaines étaient réciproquement visibles pour ces deux stations. Eh bien, n'aurait-on pas pu utiliser ces mêmes feux pour se parler d'Espagne en Algérie au moyen du photophone?

(1) Voyez ci-dessus p. 170, *les Progrès de la géodésie française*, par M. Ch. Trépied.

Le téléphone avait déjà paru faire mentir les lois de la physique qui assignent une durée notable à la propagation des sons.

Le photophone semble mettre en défaut un autre dogme scientifique beaucoup plus absolu. On enseigne, en effet, que les sons ne se propagent pas dans le vide éthéré. Mais, puisque la lumière se transmet dans le vide aussi bien et même mieux qu'elle ne se transmet à travers l'atmosphère, est-il possible de dire plus longtemps que la parole ne se propage pas dans le vide?

ANTOINE BREGUET.

CHIMIE

COLLÈGE DE FRANCE

COURS DE M. BERTHELOT
De l'Institut.

De la décomposition chimique (1).

XXI.

Après avoir étudié les conditions de la production des combinaisons chimiques, il nous reste à faire, à un point de vue analogue, l'étude des décompositions chimiques.

Les décompositions chimiques sont des phénomènes réciproques des combinaisons; il y aurait donc lieu d'abord de reproduire ici, mais en sens inverse, les explications données précédemment pour ces dernières. Nous passerons rapidement en revue les considérations de ce genre, et nous étudierons, au contraire, d'une manière plus approfondie les caractères spéciaux de la décomposition chimique.

Nous avons vu que les combinaisons sont exothermiques ou endothermiques. Les premières se produisent en vertu de l'énergie des composants, dont une partie disparaît dans la combinaison, et c'est là la cause de la chaleur qu'elles dégagent. Les secondes se produisent sous l'influence d'une énergie étrangère, qui doit leur être communiquée par certains agents, agents dont l'intervention est indispensable, puisque l'énergie est moins grande dans les composants que dans le composé.

La même chose a lieu, mais en sens inverse, pour les décompositions.

Les corps qui se sont produits avec dégagement de chaleur ne peuvent être décomposés que sous l'influence d'agents étrangers, tels que la chaleur, la lumière, l'électricité, qui leur rendent l'énergie qui a été perdue dans la combinaison. Au contraire, les combinaisons qui ont été formées avec absorption de chaleur pourront se détruire d'elles-mêmes, en reproduisant une quantité de chaleur égale à celle qui correspond à leur formation.

(1) Voir la *Revue scientifique* des 10 janvier, 31 janvier, 20 mars, 17 avril, 23 mai et 4 septembre 1880.

Il y aura donc lieu de distinguer deux ordres de décompositions, les unes endothermiques, les autres exothermiques.

De même que les combinaisons, les décompositions pourront être immédiates ou provoquées. Il est clair que les décompositions immédiates seront en général des décompositions exothermiques. Mais toutes les décompositions exothermiques ne sont pas immédiates, et leur production exige souvent l'intervention d'un travail préliminaire, travail extrêmement peu considérable, du reste, comparativement à l'énergie totale mise en jeu dans le phénomène ; des considérations analogues ont été développées à propos des combinaisons.

Nous pourrons aussi étudier les décompositions au point de vue de leur vitesse, comme nous l'avons fait pour les combinaisons.

Enfin nous distinguerons les décompositions limitées et illimitées, en complétant les notions que nous avons acquises dans cet ordre d'idées sur les combinaisons. A cette étude se rattachera celle des phénomènes d'équilibre et de dissociation.

Les décompositions s'opèrent suivant deux modes essentiellement distincts ; elles ont lieu : tantôt directement, les corps composés se dédoublant en leurs éléments ; tantôt avec production de corps intermédiaires, ces intermédiaires pouvant être plus simples que les composés primitifs, ou au contraire plus condensés. Dans le dernier cas, ceux-ci se décomposent à leur tour par la voie des condensations successives ; ce qui constitue l'un des procédés généraux de la chimie.

C'est ce qui a toujours lieu dans la décomposition des corps organiques par la chaleur, aucun de ces derniers ne peut être décomposé directement en ses éléments.

Prenons pour exemple l'action de la chaleur sur un carbure d'hydrogène, le formène C^2H^4.

Le formène sous l'action de la chaleur subit une première décomposition, avec formation d'acétylène et d'hydrogène, entre autres produits



$$2\,C^2H^4 = C^4H^2 + 3\,H^2\,;$$

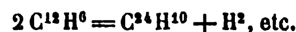
nous voyons ainsi se produire une première condensation, accompagnée de la mise en liberté d'une portion de l'hydrogène.

L'acétylène à son tour se transforme en benzine $C^{12}H^6$, par suite de la condensation de trois équivalents en un seul



$$3\,C^4H^2 = C^{12}H^6.$$

La benzine à son tour subit une nouvelle condensation, avec production de diphényle et mise en liberté d'hydrogène



$$2\,C^{12}H^6 = C^{24}H^{10} + H^2, \text{ etc.}$$

On peut ainsi déterminer une série indéfinie de condensations successives, dans lesquelles l'hydrogène est mis en liberté, pendant que les carbures d'hydrogène se condensent en devenant de plus en plus riches en carbone. C'est ainsi que l'on peut arriver à des carbures contenant 2 à 3 pour 100 de carbone. M. Prunier a étudié des carbures d'hydrogène dépassant même cette proportion.

Les diverses variétés de charbon elles-mêmes peuvent être considérées comme des carbures d'hydrogène très condensés, ou leurs dérivés. Le graphite qui est une des variétés les plus riches en carbone pur contient toujours un centième environ d'hydrogène.

Les carbures d'hydrogène nous montrent donc un exemple remarquable de la décomposition d'un corps en ses éléments par la voie des condensations successives.

On pourrait en citer un grand nombre en chimie organique; mais je préfère vous montrer que la même chose se présente aussi dans les décompositions des composés de la chimie minérale, par exemple, pour les oxydes métalliques.

Les oxydes métalliques, en effet, ne se décomposent pas en général en leurs éléments, sous l'action de la chaleur; mais il se produit le plus souvent des oxydes inférieurs, correspondant à des condensations successives, et dont la stabilité va en croissant, à mesure que la condensation devient plus grande.

Nous allons commencer par l'étude des décompositions directes exothermiques, décompositions qui correspondent aux combinaisons indirectes endothermiques.

Un grand nombre de corps se décomposent avec dégagement de chaleur à la température ordinaire, ou à des températures peu élevées. Pour un certain nombre, la décomposition peut être spontanée.

L'acide hypochloreux gazeux, par exemple, chauffé très légèrement, se décompose avec explosion en chlore et en oxygène.

La décomposition du chlorate de potasse devient explosive si l'on élève trop brusquement la température; elle a lieu avec un dégagement de chaleur considérable. Ce dégagement de chaleur peut être manifesté facilement avec le chlorate de baryte sec, qui, chauffé dans un tube, se décompose avec incandescence.

De même, le nitrate d'ammoniaque, projeté dans un tube chauffé au rouge sombre, s'enflamme subitement. Cette incandescence du nitrate d'ammoniaque avait été remarquée par les alchimistes qui avaient désigné ce corps sous le nom de *nitrum flammans*.

Nous citerons encore la décomposition de l'oxalate d'argent qui se produit à une température d'environ 120°, avec une violente explosion.

Une décomposition du même genre, mais beaucoup plus lente, se produit à la température ordinaire sur un grand nombre de corps et correspond à un dégagement de chaleur.

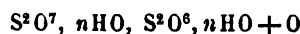
La décomposition de l'eau oxygénée



$$HO^2 = HO + O$$

dégage $+ 10^c8$ environ.

Celle de l'acide persulfurique étendu dégage une quantité de chaleur encore plus grande,



$$S^2O^7, nHO, S^2O^6, nHO + O$$

dégage $+ 13^c8$.

Citons encore le chlorure d'azote, corps explosif, dont la chaleur de décomposition, déterminée par M. H. Sainte-Claire Deville, est fort considérable.

Les agents de contact sont très efficaces pour déterminer ces décompositions; nous avons déjà vu l'action de la mousse de platine sur l'eau oxygénée et sur l'acide persulfurique.

Nous ne nous arrêterons pas plus longtemps sur ces décompositions exothermiques, car nous avons développé des considérations parallèles dans l'étude de la combinaison; mais nous allons étudier maintenant les décompositions qui ne peuvent être provoquées que par les énergies étrangères, et dans laquelle ces dernières développent le travail nécessaire pour les effectuer.

La chaleur est l'agent le plus généralement employé dans ces décompositions, et aucun corps composé ne résiste à son action.

Nous examinerons trois exemples :

L'eau liquide est formée avec un dégagement de $+ 34^c5$, il faudra donc pour la décomposer en ses éléments absorber cette quantité de chaleur, diminuée de la chaleur de vaporisation de l'eau qui est de 5^c environ, soit 29^c5. En réalité, ce nombre sera un peu différent à la température réelle de la réaction, à cause du changement des chaleurs spécifiques.

La chaleur décompose donc l'eau et son action commence à se manifester vers 100°. La décomposition de l'eau est d'ailleurs limitée, et il s'établit des équilibres particuliers pour chaque température. C'est un type des phénomènes de dissociation découverts par M. H. Sainte-Claire Deville, et qui jouent un si grand rôle en chimie.

La décomposition de l'eau peut être aussi déterminée, comme on le sait, par l'influence des énergies électriques.

Nous citerons en second lieu la décomposition de l'ammoniaque en azote et hydrogène, décomposition qui correspond à une absorption de 12 calories. Remarquons du reste que le phénomène ici n'est pas réversible, comme dans le cas précédent; aussi la décomposition peut-elle être totale.

Nous citerons enfin la décomposition par l'action de la chaleur du formène, C^2H^4, avec formation de produits multiples.

XXII.

Occupons-nous d'une façon spéciale de la décomposition des composés gazeux; en effet, c'est seulement dans ce cas que nous pouvons distinguer nettement les travaux physiques et les travaux chimiques effectués par la chaleur.

La chaleur agit sur les corps en sens inverse des affinités chimiques, aussi a-t-elle pour effet de provoquer des décompositions. On admet aujourd'hui que tous les corps sont susceptibles de se décomposer, sous son action, en leurs éléments. Cette manière de voir est peut-être un peu trop absolue; mais elle répond à la marche générale des phénomènes.

La chaleur, en agissant sur les corps, détermine deux genres d'effets : des effets physiques, qui consistent en échauffement et changements d'états, et des effet chimiques. Considérons seulement le cas des gaz.

Nous avons envisagé les gaz comme formés de particules très petites, animées de trois sortes de mouvements : mouvements de translation, dont la grandeur a pour représentation immédiate la force élastique des gaz, et qui produisent des chocs des molécules contre les parois, et des molécules entre elles; mouvements de rotation, produits par les chocs, et mouvements de vibration éprouvés par les éléments qui constituent les molécules elles-mêmes.

Ce sont ces deux derniers genres de mouvements qu'il convient d'envisager spécialement dans la décomposition des corps composés.

Quand on élève la température des gaz simples, le premier effet produit est un accroissement de la force vive totale : on admet que cet accroissement est proportionnel à l'élévation de température cela n'est vrai toutefois que pour les gaz simples.

La relation précédente elle-même peut être décomposée en deux autres, relatives à la variation de la force vive de translation et à la variation des forces vives de rotation et de vibration :

1° La force vive de translation s'accroît proportionnellement à la température, comme cela résulte des lois de Mariotte et de Gay-Lussac. Ceci paraît vrai pour tout gaz susceptible d'être amené à la densité théorique, c'est-à-dire proportionnelle à son équivalent.

2° La variation de la somme des forces vives de rotation et de vibration n'est proportionnelle à la température que pour les gaz dont la chaleur spécifique est constante, c'est-à-dire pour les gaz simples ou pour les gaz composés formés sans condensation. Pour les autres gaz, au contraire, la somme de ces deux forces vives croît plus vite que la température, comme cela résulte de la variation des chaleurs spécifiques soit à pression constante, soit à volume constant.

Insistons sur ce fait.

Nous avons dit que la différence entre les deux chaleurs spécifiques moléculaires, la chaleur spécifique à pression constante C et la chaleur spécifique à volume constant K, est constante et que l'on a

$$C - K = 2 \text{ sensiblement;}$$

cette relation peut être admise pour tous les gaz, car elle résulte de la constance de la densité gazeuse, à partir d'une température suffisamment élevée, ou, en d'autres termes, de l'existence des lois de Mariotte et de Gay-Lussac.

La conséquence de cette dernière relation est que le travail extérieur est une quantité constante pour tous les gaz simples ou composés. Ce travail est représenté par la différence des deux chaleurs spécifiques, soit 2° sensiblement.

D'autre part, l'expérience prouve que la chaleur spécifique à pression constante des gaz simples est constante, qu'il en est de même pour les gaz composés formés sans condensation; mais que, pour les gaz composés formés avec condensation, cette chaleur spécifique varie avec la température et varie très rapidement.

Citons quelques exemples :

La chaleur spécifique élémentaire du protoxyde d'azote, rapportée au poids moléculaire AzO^2, peut être entre 0 et 2 00, représentée par la formule empirique

$$8{,}76 + 0{,}0055\, t$$

pour $t = 2\,00$; la variation à partir de 0 sera 1.1 et la chaleur spécifique élémentaire 9.8; elle sera par conséquent accrue de 1/8 environ.

De même la chaleur spécifique de l'acide carbonique CO^2 peut être représentée par la formule

$$8{,}23 + 0{,}0117\, t.$$

La variation pour 2 00°, soit 2.3, est double de la précédente; la chaleur spécifique à 200 sera 10.4 et aura varié d'un quart.

La variation est encore plus rapide pour d'autres composés.

Pour le sulfure de carbone, la chaleur spécifique est donnée par la formule

$$1{,}00 + 0{,}0146\, t.$$

La variation est ici égale à 3.0 et la chaleur spécifique devient égale à 13, accrue d'un tiers.

Pour l'éthylène, la formule est la suivante :

$$9{,}42 + 0{,}00231\, t,$$

et l'on voit que la variation est quadruple de celle qui correspond au protoxyde d'azote, et double de celle qui correspond à l'acide carbonique.

A 200°, la chaleur spécifique est accrue de 4.6, et égale à 14.0, c'est-à-dire supérieure de moitié à la chaleur spécifique à 0.

Citons enfin l'éther ordinaire, dont la chaleur spécifique varie encore plus vite. Elle est en effet donnée par la formule (pour $C^8H^{10}O^2$)

$$26{,}6 + 0{,}063\, t,$$

la variation est, comme on le voit, onze fois aussi grande qu'avec le protoxyde d'azote. Elle est égale à 13 entre 0 et 200, c'est-à-dire égale à la moitié de la chaleur spécifique elle-même de l'éther à 0, et supérieure à celle du protoxyde d'azote, ou de l'éthylène à cette température.

Considérons le rapport de ces deux chaleurs spécifiques $\frac{C}{K}$. Ce rapport sera égal à $\frac{C}{C-2}$ et il résulte de ce que nous venons de voir sur l'accroissement avec la température de la chaleur spécifique C, que ce rapport tend vers l'unité, lorsque la température augmente indéfiniment.

Il résulte de la constance de l'accroissement de la force vive du mouvement de translation pour les gaz quelconques, simples ou composés, que l'accroissement des forces vives observé dans le cas des gaz composés, formés avec condensation, porte spécialement sur les forces vives de translation et de rotation.

Cela nous conduit à mieux concevoir ce qui se passe dans la décomposition chimique. Les gaz composés sont en effet des systèmes complexes, formés d'éléments différents; la vitesse de rotation des molécules allant en s'accélérant, il y aura un moment où celles-ci devront éprouver une véritable

dislocation, sous l'action de la force centrifuge, comme cela a lieu dans le volant d'une machine animée d'un mouvement trop rapide, et la cohésion ne sera plus suffisante pour les tenir réunies.

Le même effet résultera aussi de l'accroissement de force vive des vibrations, qui tendent à séparer les particules dont l'assemblage constitue une molécule composée. Ce sont là deux conditions générales qui tendent à amener la dislocation des molécules gazeuses et qui sont exprimées par l'accroissement des deux forces vives de rotation et de vibration, accroissement que l'on peut constater par l'étude des chaleurs spécifiques.

L'étude des chaleurs spécifiques est donc fort importante, et les données qui en résultent sont fort utiles pour constater la marche des décompositions chimiques. Malheureusement les données manquent dans le plus grand nombre de cas, et nous n'en possédons encore qu'un petit nombre qui soient déterminées avec certitude par M. Regnault et par M. E. Wiedemann.

La décomposition des gaz étant ainsi conçue d'une manière générale, on peut concevoir que les choses se passent de deux façons différentes.

S'il s'agit d'un corps formé avec absorption de chaleur, et dont la décomposition soit, par conséquent, un phénomène exothermique, cette décomposition pourra aller jusqu'au bout, dès qu'elle sera commencée à une certaine température, si cette température est maintenue un temps suffisant. Les vitesses seules de ces décompositions pourront être différentes; mais toutes finiront par devenir totales; c'est ce que l'on vérifie dans tous les faits que nous connaissons.

S'il s'agit au contraire d'un corps formé avec dégagement de chaleur, et dont la décomposition soit un phénomène endothermique, cette décomposition pourra se produire de deux façons différentes. Ou bien les éléments du composé, en partie dissocié à une certaine température, seront susceptibles de se recombiner par suite d'un très faible abaissement de température, et le phénomène de la décomposition sera un phénomène réversible, c'est ce qui a lieu dans la décomposition de l'acide chlorhydrique, de l'eau et d'une multitude de gaz composés. Ou bien le phénomène ne sera pas réversible : c'est ce qui a lieu, par exemple, dans la décomposition de l'ammoniaque, bien que l'ammoniaque soit un corps formé avec dégagement de chaleur; les éléments de cette décomposition, l'hydrogène et l'azote, ne peuvent pas être recombinés sous l'influence du refroidissement, mais seulement avec le concours de travaux d'un genre particulier, tels que ceux accomplis par l'effluve électrique.

Dans ce dernier cas, la décomposition sera totale, comme dans le cas des décompositions exothermiques, si l'on maintient, pendant un temps suffisant, la température où elle commence à se manifester.

Dans le premier cas, au contraire, des phénomènes d'un ordre spécial se manifestent : ce sont les phénomènes de dissociation découverts et étudiés par M. Deville. Les décompositions ne seront pas totales, si l'on maintient constante la température où elles commencent à se produire; elles seront limitées en effet par une réaction inverse, la recombinaison des éléments dissociés. La dissociation atteindra ainsi une certaine limite, correspondant à la température actuelle, et que l'on appelle le coefficient de dissociation à cette température.

Ce coefficient de dissociation augmente avec la température. Mais ce fait ne doit pas être trop généralisé et il existe un petit nombre de cas, où l'inverse peut se produire.

Il est probable que la limite de cette dissociation n'est atteinte qu'au bout d'un temps infini; mais la relation qui donnerait en fonction du temps la proportion de matière dissociée n'est pas connue, et dans les faits actuellement étudiés, la différence entre les résultats de l'observation et la limite théorique devient rapidement assez faible pour échapper à l'observation.

Il va sans dire d'ailleurs que cette limite varie suivant la température et la pression propre des éléments dissociés.

Pour compléter ces notions, disons encore quelques mots sur un autre ordre de décompositions, qui est en réalité le plus général. Je veux parler des décompositions, qui donnent lieu à la formation de produits successifs, et dans lesquels un des éléments se sépare par suite de mises en liberté successives, pendant que l'autre élément s'accumule dans les composés intermédiaires qui se succèdent, et qui correspondent en général à des condensations de plus en plus grandes.

Chacune des décompositions successives qui se produisent dans les cas de ce genre obéit aux mêmes lois que les décompositions précédentes, où les composés se résolvent simplement en leurs éléments; chacune d'elles pourra aussi être endothermique ou exothermique, réversible ou non réversible.

Considérons, pour fixer nos idées, le cas de la décomposition du bioxyde d'azote.

Le bioxyde d'azote, sous l'action de la chaleur, subit un premier dédoublement en protoxyde d'azote et oxygène,



$$Az\,O^2 = Az\,O + O$$

et ce dédoublement correspond à un dégagement de 11 calories. Ce premier phénomène n'est donc pas réversible. Le dédoublement peut se poursuivre, et le protoxyde d'azote se décomposer à son tour en azote et oxygène :



$$Az\,O = Az + O.$$

Les phénomènes se compliquent immédiatement d'un nouveau phénomène, qui est un phénomène de condensation; les deux équations précédentes, en effet, représentent ce qui se produirait si le bioxyde d'azote était décomposé brusquement et d'une manière totale. Mais l'oxygène mis en liberté se trouve, en réalité, en présence avec une portion de bioxyde d'azote non décomposé, et il en résulte la formation, suivant les proportions relatives, d'acide azoteux $Az\,O^3$ et d'acide hypoazotique $Az\,O^4$. On voit que par suite de ces réactions une partie seulement de l'azote se sépare à l'état libre pendant que l'oxygène s'accumule dans ces derniers composés.

La première des réactions produite dans la décomposition du bioxyde d'azote n'est pas un phénomène susceptible d'équilibre. Au contraire, un certain équilibre s'établira entre le bioxyde d'azote, l'acide azoteux et l'acide hypoazotique, car les dernières réactions sont réversibles, tant que l'oxygène n'est pas suffisant pour changer tout ce qui subsiste de l'oxyde d'azote en acide hypoazotique.

La décomposition du bioxyde d'azote est donc plus compliquée qu'elle ne le paraît au premier abord et donne lieu à plusieurs réactions simultanées, dont les produits agissent les uns sur les autres. Chacune de ces réactions doit être discutée au point de vue du signe thermique qui lui correspond, et au point de vue de sa réversibilité.

Entrons encore dans quelques détails théoriques sur les décompositions produites par la chaleur, en nous attachant à un cas simple où le composé se résout simplement en ses éléments, et où la décomposition est endothermique, mais non réversible. Telle est la décomposition de l'ammoniaque



$$AzH^3 = Az + H^3;$$

quatre volumes d'ammoniaque se décomposent en huit volumes, dont deux d'azote et six d'hydrogène.

Cette décomposition correspond à la température ordinaire, à une absorption de 12 calories pour 17 gr. d'ammoniaque, c'est-à-dire pour un poids correspondant au volume moléculaire, soit $22^{lit}.3$ à $0°$ et à $0^m,760$ ou au volume $22^{lit}.3 \times \frac{760}{H}(1 + \alpha t)$ à la température t et à la pression H.

Supposons que la décomposition ait lieu sans changement de volume à 800°, température à laquelle elle s'effectue réellement et considérons les travaux effectués par la chaleur dans cette décomposition.

Ces travaux sont de deux ordres : la chaleur effectuera d'abord en effet un travail physique, qui consistera à porter la température de l'ammoniaque de 0 à 800, et qui sera représenté par $K \times 800$; K étant la chaleur spécifique moyenne, à volume constant, de l'ammoniaque entre 0 et 800°.

La chaleur effectuera alors un travail purement chimique, je veux dire la décomposition même du gaz. La quantité de chaleur absorbée dans cette décomposition pourrait être calculée, si la chaleur spécifique du composé et des composants était connue entre ces limites de température; elle serait, d'après une relation donnée précédemment, exprimée par la formule

$$Q = 12^c,000 + (K - \gamma - 3\gamma)\,800,$$

K, γ et γ étant les chaleurs spécifiques moyennes de l'ammoniaque, de l'azote et de l'hydrogène entre 0 et 800°.

Or γ et γ sont connus et égaux entre eux, leur valeur commune est 2,4; nous avons par suite

$$Q = 12^c,000 + (K - 9,6)\,800;$$

relation qui nous permettrait de calculer Q, si nous connaissions la chaleur spécifique de l'ammoniaque K.

La chaleur spécifique élémentaire de l'ammoniaque, à pression constante, peut être entre 0 et 200° représentée par la formule empirique

$$8,51 + 0,0053\,t.$$

La chaleur spécifique à volume constant est inférieure de deux unités, et par suite

$$6,51 + 0,0053\,t.$$

A la vérité, il n'est pas permis en toute rigueur d'extrapoler cette formule jusqu'à des limites de température aussi étendues que celles que nous envisageons. Faisons cependant le calcul, afin de fixer les idées. La variation de la chaleur spécifique de 0 à 800 indiquée par la formule est 4,24; prenons la moitié de ce nombre pour représenter la variation moyenne; nous aurons ainsi 2,12 et la chaleur spécifique moyenne indiquée par la formule sera 8,63.

Portant cette valeur dans la formule précédente, nous aurons :

$$Q = 12,000 - 800,$$

ce qui n'indique qu'une très faible variation pour la chaleur de formation de l'ammoniaque entre 0 et 800°.

Le travail total de la chaleur sera représenté par la quantité de chaleur précédente, additionnée de celle qui correspond au travail physique de l'échauffement; il sera voisin de $18^c.000$.

Ces nombres ne doivent pas, nous le répétons, être regardés comme rigoureux. Le calcul précédent n'a été développé que pour servir d'exemple dans des cas où l'on disposerait des données nécessaires pour faire un calcul tout à fait rigoureux. Si dans les formules précédentes nous remplaçons les nombres par des lettres indéterminées, nous aurons une théorie irréprochable.

Il résultera de cette théorie deux conséquences essentielles.

Le travail physique sera différent si l'on opère à une température différente; à 1000°, il sera $K \times 1000$, au lieu de $K \times 800$. K' coefficient moyen entre 0 et 1000°, et supérieur à K coefficient moyen entre 0 et 800°. On voit que le travail physique de la chaleur à 1000 sera, pour une double raison, supérieur au travail qu'elle effectue à 800.

Il faut remarquer du reste qu'une certaine dose du corps sera décomposée dans cet intervalle de température; mais cette dose sera petite, si l'on chauffe brusquement, et du reste le raisonnement précédent s'applique rigoureusement à la portion non décomposée.

La quantité de chaleur qui représente le travail chimique changera aussi avec la température.

Calculons encore, pour fixer les idées, cette quantité pour la décomposition de l'ammoniaque à 1000°, comme nous l'avons fait à 800°.

Nous aurons

$$Q = 12^c,000 + (K - 9,6)\,1000,$$

K étant la chaleur spécifique moyenne de l'ammoniaque entre 0 et 1000°.

Calculons-la comme précédemment, et nous aurons :

$$Q = 12^c,000 - 600.$$

Dans l'exemple précédent, nous avons supposé que le volume gazeux était échauffé, sans changement de volume. Si

l'on opère à pression constante, on devra tenir compte du travail extérieur produit par la dilatation et par le changement de volume résultant de la décomposition de l'ammoniaque.

Dans le cas d'une décomposition limitée, comme cela a lieu dans les divers exemples de dissociation, le travail physique sera le même; mais le travail chimique sera moindre puisqu'il ne s'appliquera qu'à la portion décomposée.

Si, au lieu du cas simple de la décomposition d'un corps en ses éléments, nous avons une décomposition complexe où interviennent plusieurs réactions successives ou simultanées, on devra appliquer à chacune de ces dernières les considérations précédentes.

XXIII.

Voyons maintenant comment on peut se rendre compte du travail effectué dans les décompositions produites avec dégagement de chaleur.

Reprenons le cas de la décomposition du bioxyde d'azote, et attachons-nous à un seul de ses modes de décomposition. Les considérations qui suivent pourront du reste être appliquées aux autres.

Étudions d'abord exclusivement la décomposition, qui se produit au début, du bioxyde d'azote en bioxyde d'azote et oxygène, d'après l'équation



$$\mathrm{Az\,O^2} = \mathrm{Az\,O} + \mathrm{O}.$$

Le travail physique de la chaleur pourra encore être représenté par le produit Kt.

Ici la chaleur spécifique du bioxyde d'azote K est constante, puisque ce gaz est formé sans condensation. On a $K = 4{,}8$, valeur commune à tous les gaz formés sans condensation.

Le travail physique de la chaleur sera donc à 500^c :

$$4{,}8 \times 200 = 2400^c.$$

Mais le travail chimique est d'une nature toute différente. La décomposition, en effet, correspond à la température ordinaire, à un dégagement d'environ 21,600. Pour avoir la variation qu'éprouve ce nombre à 500°, il faut y ajouter le produit

$$(K - c - c_1)\ 500\,;$$

c étant la chaleur spécifique du protoxyde d'azote, c_1 celle de l'oxygène. Or la somme $c - c_1$ est inférieure à K, mais elle augmente avec la température, et la différence devient sensiblement nulle. Nous admettrons donc que la décomposition du bioxyde d'azote à 500° dégage la même quantité de chaleur qu'à la température ordinaire; mais cette quantité de chaleur doit être affectée d'un signe contraire à celle qui représente le travail physique, et le travail total qui répond à la décomposition du bioxyde d'azote sera représenté par la différence

$$-Kt + Q.$$

Nous voyons que, dans les cas de ce genre, le travail de la chaleur se réduit à un travail physique, la réaction se produisant en vertu même de l'excès d'énergie des composants sur le composé.

Pour achever de comprendre ce sujet dans toute sa généralité, on doit appliquer des considérations analogues aux décompositions où tous les composants et composés ne sont pas gazeux. Dans ces cas, qui sont plus fréquents, on devra tenir compte des chaleurs absorbées par les changements d'état physique, ainsi que des différences qui existent entre les chaleurs spécifiques des corps à l'état solide, liquide, gazeux.

Considérons le cas de l'eau, par exemple, de — 100° jusqu'à 1000°; le travail physique effectué par la chaleur sera :

De — 100° à 0°, égal à la chaleur spécifique dans l'intervalle de température, multiplié par l'intervalle de température, soit 450 calories;

A 0°, l'eau entrera en fusion, et la chaleur absorbée sera 715 calories;

De 0° à 100°, le travail physique sera égal à la chaleur spécifique dans l'intervalle de liquidité multiplié par l'intervalle de température, soit 900 calories;

A 100°, l'eau sera vaporisée et absorbera 4800 calories;

Enfin, de 100° à 1000° le travail physique sera encore représenté par la chaleur spécifique moyenne de l'eau gazeuse dans cet intervalle et multiplié par cet intervalle.

La somme de toutes ces quantités de chaleur, ajoutée à la chaleur de formation de l'eau à — 100°, puis multipliée par un certain facteur de dénomination *m*, représentera le travail total effectué par la chaleur dans la décomposition partielle de l'eau à 1000°.

Les données numériques manquent du reste fréquemment dans les calculs de ce genre; mais il est indispensable de faire ces distinctions, en principe, si l'on veut concevoir le mécanisme général des phénomènes et la distinction fondamentale entre les travaux physiques et les travaux chimiques dans l'acte de la décomposition.

XXIV.

Examinons maintenant les phénomènes de dissociation, au point de vue de leur marche générale, dans un phénomène tel que la décomposition de l'eau, où les corps composés se décomposent en leurs éléments, mais où les phénomènes sont réversibles, les éléments dissociés pouvant se recombiner de manière à reproduire ces derniers. Pour manifester les décompositions produites dans ces conditions, il est nécessaire de recourir à des dispositions particulières. Ces dispositions, imaginées, pour la plupart, par M. Deville, sont fondées sur les deux faits suivants : 1° la recombinaison des éléments n'est pas immédiate, et elle exige un temps appréciable; 2° elle ne s'effectue pas à une basse température.

Il résulte de là que les produits de la décomposition des corps dissociés sous l'action de la chaleur pourront être isolés, si l'on refroidit avec une rapidité suffisante ces corps dissociés : c'est ce qui est réalisé dans les expériences de M. Deville, où les corps dissociés dans un tube de porcelaine chauffé au rouge sont immédiatement refroidis par l'action d'un tube intérieur traversé par un courant d'eau froide, et dans l'intérieur duquel ils sont attirés par une aspiration.

Reprenons le cas de la décomposition de l'eau par la cha-

leur; on peut distinguer, au point de vue de la combinaison de l'hydrogène et de l'oxygène, et de la décomposition de l'eau, quatre périodes.

1° De 0° à 450°, l'oxygène et l'hydrogène ne se combinent pas : l'eau formée ne se décompose pas.

2° De 450° à 900°, ces deux gaz se combinent en totalité; mais l'eau formée n'est pas décomposée.

3° De 900° jusqu'à 3000°, les deux gaz se combinent, mais incomplètement; l'eau est décomposée en sens inverse, mais pas en totalité.

4° Au delà de 3000°, l'eau paraît décomposée totalement. Elle ne l'est pas probablement tout à fait, mais les différences sont inférieures aux limites d'exactitude de nos observations.

Ces quatre périodes peuvent exister dans tous les cas de dissociation, et leur durée peut être plus ou moins considérable. Mais aucune théorie ne permet jusqu'ici d'établir une relation entre leurs durées respectives et la composition des corps décomposables par la chaleur.

Il existe un cas intéressant et qui se reproduit pour un certain nombre de corps : c'est celui où la période de dissociation et la période de recombinaison des éléments coïncide, et où par conséquent la combinaison ne peut être jamais complète, non plus que la décomposition. C'est ce qui a lieu pour le sulfure de carbone. Le sulfure de carbone, en effet, se décompose partiellement à toutes les températures où il peut être produit par l'union du carbone et du soufre, sous l'action de la chaleur.

C'est ce que l'on peut manifester en produisant du sulfure de carbone par l'action du soufre sur du carbone chauffé dans un large tube de porcelaine au milieu duquel est fixé un tube intérieur de porcelaine, traversé par un courant de vapeur de sulfure de carbone; l'on constate ainsi qu'en même temps que le sulfure de carbone se produit dans le tube extérieur, il se décompose à la même température dans le tube intérieur. En effet, l'on constate dans ce dernier la formation d'un dépôt de charbon à l'état graphitoïde; tandis que le sulfure de carbone que l'on recueille à l'extrémité de chacun des deux tubes contient un excès de soufre.

Ce fait explique pourquoi l'on ne peut jamais obtenir, par une préparation immédiate, du sulfure de carbone exempt de soufre.

On voit que, dans les cas de ce genre, la période de formation totale n'existe pas et que les corps se forment uniquement dans les conditions où ils sont aussi susceptibles de se dissocier.

Considérons d'autres cas où les corps ne se décomposent plus simplement en leurs éléments, mais donnent lieu, sous l'action de la chaleur, soit à des combinaisons successives, soit à des condensations moléculaires.

Nous avons déjà signalé la décomposition du bioxyde d'azote; je mets les expériences sous vos yeux et j'analyse les produits successifs de la décomposition, opérée dans des tubes scellés que l'on a chauffés vers 550°, pendant des durées différentes.

Nous allons maintenant reprendre l'étude expérimentale d'une décomposition, en vous montrant un type des décompositions les plus complexes qui puissent s'accomplir, mais qui résultent d'un certain enchaînement méthodique de réactions simples.

C'est ce qui se produit dans la décomposition des carbures d'hydrogène.

Étudions la décomposition d'un des carbures les plus simples, le formène C^2H^4 ou $ȻH^4$ ($Ȼ = 12$).

On connaît la série de quatre carbures fondamentaux formés, suivant la loi des proportions multiples, avec des condensations inégales :

$ȻH^4$,	formène,	(4 *v.*)
$ȻH^3$,	méthyle,	(2 *v.*)
$ȻH^2$,	éthylène,	(2 *v.*)
$ȻH$,	acétylène,	(2 *v.*)

L'action de la chaleur sur le formène donne naissance aux trois autres carbures, et il suffit, pour les obtenir tous, de les chauffer dans un tube chauffé au rouge.

Chacune de ces décompositions est accomplie avec absorption de chaleur :

$ȻH^4 = ȻH^3 + H$	absorbe	15^c.
$ȻH^3 = ȻH^2 + H$	—	11^c.
$ȻH^2 = ȻH + H$	—	23^c.

Ces décompositions correspondent du reste à des phénomènes d'équilibre, et les recombinaisons inverses sont possibles.

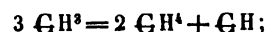
C'est ainsi que l'action de l'hydrogène sur l'acétylène reproduit l'éthylène.

De même l'éthylène, chauffé avec l'hydrogène, donne naissance à du méthyle. Ce résultat peut être facilement constaté en chauffant dans une cloche courbe pendant une heure, vers 400 à 500°, le mélange des deux gaz : la moitié environ du mélange entre en combinaison.

Les mêmes limites sont atteintes dans la décomposition directe du méthyle : ce qui établit la réciprocité des réactions.

Il n'en est pas tout à fait de même pour le formène, opposé au méthyle et à l'hydrogène. Le formène produit bien ces deux gaz par une décomposition immédiate; mais le méthyle et l'hydrogène ne reproduisent pas le formène par une action réciproque immédiate. Cependant cette reproduction a lieu réellement, mais seulement en vertu d'un certain cercle de transformation.

L'action de la chaleur sur le méthyle produit, en effet, du formène et de l'acétylène :



$$3\,ȻH^3 = 2\,ȻH^4 + ȻH;$$

le formène reproduit, d'autre part, de l'éthylène et de l'hydrogène, susceptibles pour leur propre compte de régénérer le méthyle.

Nous n'aurons donc pas en réalité, dans ce cas, deux réactions opposées l'une à l'autre, mais un cycle de réactions qui nous ramèneront au point de départ et qui comprennent, en réalité, quatre réactions distinctes.

En résumé, le formène ou quadrihydrure de carbone $\mathrm{Ꞓ}H^4$ engendre par action pyrogénée directe les trois autres carbures les plus simples, savoir : le trihydrure (méthyle) $\mathrm{Ꞓ}H^3$; le bihydrure (éthylène) $\mathrm{Ꞓ}H^2$; et le protohydrure (acétylène) $\mathrm{Ꞓ}H$, le plus simple et le plus stable de tous.

Réciproquement, chacun de ces trois carbures, mis en présence de l'hydrogène, reproduit tous les autres, soit en vertu de phénomènes d'équilibre simples, dus à la dissociation, soit en vertu de cycles plus complexes. Dans tous les cas, tout système gazeux, où l'un des quatre carbures fondamentaux existe en présence de l'hydrogène, ne tarde pas à les renfermer tous les quatre.

XXV.

Nous avons exposé la théorie de la formation des quatre carbures d'hydrogène fondamentaux au moyen du formène. Montrons maintenant les expériences.

Faisons passer du formène à travers un tube de porcelaine chauffé au rouge vif, après avoir lavé ce gaz dans de la potasse et de l'acide sulfurique, pour le débarrasser des vapeurs d'acétone et autres corps étrangers.

Il forme, disons-nous, du trihydrure de carbone ou méthyle, $\mathrm{Ꞓ}H^3$; du bihydrure ou éthylène, $\mathrm{Ꞓ}H^2$; du protohydrure ou acétylène, $\mathrm{Ꞓ}H$.

La présence de l'acétylène pourra être manifestée dans un premier flacon laveur, contenant du protochlorure de cuivre ammoniacal : vous voyez s'y former aussitôt le précipité rouge caractéristique.

Mettons à la suite un flacon laveur à acide sulfurique pour enlever l'ammoniaque entraînée, puis faisons passer le gaz à travers un peu de brome ; l'éthylène produit sous l'action de la chaleur sera absorbé. Au bout d'un quart d'heure, le bromure d'éthylène formé pourra être manifesté, si l'on enlève l'excès de brome par l'acide sulfureux.

Quant au méthyle, il ne peut être séparé complètement par aucun réactif, et nous devons, pour manifester sa présence, le rechercher dans le gaz que l'on recueille à la suite des flacons laveurs qui contiennent les réactifs énoncés plus haut.

Ces gaz, en effet, sont du formène, de l'hydrogène et du méthyle, ce dernier n'entrant que dans de faibles proportions dans le mélange.

Pour constater l'existence du méthyle, on se fonde sur sa solubilité dans l'alcool. Le méthyle est le plus soluble des trois, puis vient le formène, et enfin l'hydrogène, qui ne se dissout dans l'alcool que dans de très faibles proportions.

L'alcool dont on se sert pour effectuer ce genre de déterminations doit être rigoureusement purgé d'air. On l'obtient à cet état en le faisant bouillir dans un matras, dont la pointe étirée plonge sous du mercure. Voici l'expérience.

Supposons que l'on mette le mélange gazeux en présence d'un certain volume d'alcool, un litre par exemple ; le gaz dissous sera plus riche en méthyle que le gaz primitif.

En faisant bouillir l'alcool dans le vide on dégagera les gaz dissous.

On répètera sur ces gaz, mis en présence de 100^{cc} d'alcool, par exemple, le même traitement : on fera bouillir encore dans le vide. Après une troisième opération semblable, on obtiendra un mélange gazeux exempt d'hydrogène et renfermant du formène, mêlé avec un ou deux dixièmes de méthyle.

Après trois opérations, on pourra procéder alors à l'analyse eudiométrique, à laquelle on n'aurait pu avoir recours lorsque le mélange gazeux contenait l'hydrogène ; car il est facile de voir qu'un mélange à volumes égaux d'hydrogène et de méthyle donnerait après la combustion les mêmes résultats que du formène pur.

Les résultats de cette analyse eudiométrique, sur un mélange exempt d'hydrogène, permettront ensuite de calculer facilement la proportion du méthyle dans le mélange initial; car chaque volume de ce gaz fournira deux fois son volume d'acide carbonique, tandis que le formène en développe seulement son propre volume. On peut ainsi reconnaître que ce mélange contient jusqu'à un cinquième de méthyle.

En résumé, nous voyons que l'action de la chaleur sur le formène donne naissance à ces quatre hydrures du carbone fondamentaux, formés suivant la loi des proportions multiples, l'acétylène, l'éthylène, le méthyle et le formène.

Ce n'est pas tout : les deux hydrures les plus pauvres en hydrogène donnent lieu par leurs transformations propres et leurs actions réciproques à des faits d'un ordre différent.

En effet, ces deux hydrures de carbone se polymérisent sous l'action de la chaleur, et chacun développe une série de composés, dont la composition centésimale est la même, mais dont la condensation va en croissant.

L'éthylène C^2H^2, ou plutôt $(C^2H^2)^2$, si nous voulons le représenter par une formule gazeuse répondant au même volume que le formène, l'éthylène, dis-je, donnera ainsi naissance :

Au propylène	C^6H^6 ou $(C^2H^2)^3$
Au butylène	C^8H^8 ou $(C^2H^2)^4$
A l'amylène	$C^{10}H^{10}$ ou $(C^2H^2)^5$,

et à la série des carbures dont la composition répond à la formule générale $(C^2H^2)^n$, carbures désignés sous le nom de carbures éthyléniques.

C'est ce que l'on peut constater par la distillation fractionnée des bromures obtenus en faisant passer dans le brome les produits de la décomposition du formène par la chaleur.

A côté du bromure d'éthylène, on y reconnaît, en effet, le bromure de propylène et les bromures des carbures plus condensés.

Ces condensations de l'éthylène ne se produisent d'ailleurs que dans de faibles proportions.

Des phénomènes de ce genre se manifestent aussi et même beaucoup plus nettement sur l'acétylène. Ce carbure C^2H, ou plutôt $(C^2H)^2$, en le représentant par le même volume gazeux que le formène, engendre par l'action directe de la chaleur les produits de condensation répondant à la formule générale $(C^4H^2)^n$.

C'est ainsi que l'on a :

Le diacétylène	C^8H^4 ou $(C^4H^2)^2$
Le triacétylène ou benzine	$C^{12}H^6$ ou $(C^4H^2)^3$

Le tétracétylène ou styrolène $C^{16}H^8$ ou $(C^4H^2)^4$
Le pentacétylène ou hydrure de naphtaline $C^{20}H^{10}$ ou $(C^4H^2)^5$
L'heptacétylène ou hydrure d'anthracène $C^{28}H^{14}$ ou $(C^4H^2)^7$
etc., etc.

nous voyons qu'il se formera ainsi parallèlement deux séries de composés engendrés par condensation.

Nous pouvons facilement manifester la formation d'un de ces composés, le plus important de tous, la benzine, en faisant passer les produits de la décomposition du formène dans l'acide nitrique fumant, qui absorbe la benzine, et la transforme en nitrobenzine, reconnaissable à son odeur. Voici l'expérience faite au moyen du formène, comme plus haut.

Nous avons donc constaté, dans l'action de la chaleur sur le formène, un premier ordre de réactions, qui consiste à la production des quatre carbures fondamentaux, ces carbures coexistant dans des proportions relatives, déterminées par des équilibres spéciaux.

Nous avons constaté ensuite un deuxième ordre de réactions, consistant en des polymérisations.

Ces dernières réactions sont susceptibles d'équilibre, les réactions inverses se produisant aussi sous l'action de la chaleur.

La benzine, en effet, dirigée dans un tube chauffé au rouge vif régénère de l'acétylène. Plus facilement, la benzine, $C^{16}H^8$ chauffée avec de l'acétylène, donne naissance au styrolène


$$C^{12}H^6 + C^4H^2 = C^{16}H^8.$$

Réciproquement le styrolène se décompose partiellement, sous l'action de la chaleur, en acétylène et en benzine; des équilibres particuliers de dissociation déterminent les proportions relatives de ces divers polymères. Mais on voit que, dès que l'un d'eux prend naissance, on doit obtenir tous les autres simultanément : c'est, en effet, ce que l'expérience vérifie.

Ce n'est pas tout : on peut encore observer, sous l'action de la chaleur, deux autres ordres de réactions.

Chacun des polymères, dont nous venons de parler, peut éprouver les mêmes réactions que les hydrures fondamentaux, c'est-à-dire qu'il peut perdre de l'hydrogène.

Le styrolène se décompose en donnant naissance à un carbure $C^{16}H^6$, le phénylacétylène, et à de l'ydrogène


$$C^{16}H^8 + C^{16}H^6 + H^2.$$

et la recombinaison inverse est possible.

Citons deux autres équations analogues, expliquant la production de deux produits très importants des décompositions pyrogénées. Le pentacétylène ou hydrure de naphtaline, $C^{20}H^{10}$, se décompose aisément en naphtaline, $C^{20}H^8$ et en hydrogène


$$C^{20}H^{10} = C^{20}H^8 + H^2.$$

La naphtaline se produit, en effet, dans toutes les distillations sèches, en vertu de condensations successives analogues à celles que nous venons de décrire.

De même, le cinquième produit de condensation de l'acétylène, l'hydrure d'anthracène, se dédouble facilement en hydrogène et en anthracène


$$C^{28}H^{14} = C^{28}H^{10} + 2H^2.$$

L'hydrure d'anthracène est liquide, l'anthracène est un carbure cristallisé; c'est un produit commun dans les compositions pyrogénées et devenu très important depuis la découverte de l'alizarine artificielle qui en dérive.

Les actions inverses se produisent aussi et les phénomènes de cet ordre sont, comme les autres, susceptibles d'équilibre.

Il se produit enfin un quatrième ordre de phénomènes : ce sont les actions réciproques des carbures d'hydrogène que nous venons d'énumérer.

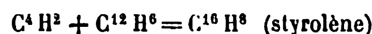
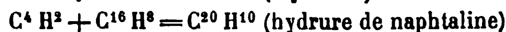
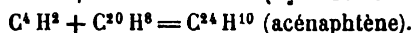
Si, par exemple, nous chauffons dans une cloche courbe de l'acétylène et de l'éthylène, nous obtiendrons le crotonylène C^8H^6


$$C^4H^2 + C^4H^4 = C^8H^6$$

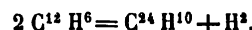
et cela dans la proportion de moitié; cette action sera, du reste, limitée par la réaction inverse.

De même, l'acétylène, chauffé avec le propylène, donnera le carbure $C^{10}H^8$, le propylacétylène ou térène, qui peut être considéré comme le générateur des carbures de la série de l'essence de térébenthine. Ainsi que la précédente, cette synthèse est limitée; elle se produit dans la proportion de 30 à 40 pour 100.

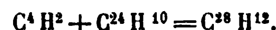
C'est encore une suite de réactions du même ordre qui détermine la formation des divers carbures pyrogénés : l'acétylène, par exemple, peut donner une série de combinaisons successives, telles que :


$C^4H^2 + C^{12}H^6 = C^{16}H^8$ (styrolène)

$C^4H^2 + C^{16}H^8 = C^{20}H^{10}$ (hydrure de naphtaline)

$C^4H^2 + C^{20}H^8 = C^{24}H^{10}$ (acénaphtène).

Citons une dernière combinaison effectuée avec perte d'hydrogène :


$$2C^{12}H^6 = C^{24}H^{10} + H^2.$$

Le diphényle $C^{24}H^{10}$ se combine à l'acétylène pour engendrer un carbure plus complexe


$$C^4H^2 + C^{24}H^{10} = C^{28}H^{12}.$$

Le carbure $C^{28}H^{12}$ est un premier hydrure d'anthracène. Il se décompose, du reste, dans cette réaction en majeure partie en hydrogène et anthracène. Voilà donc une deuxième synthèse de ce dernier corps.

C'est dans des conditions de ce genre que se produisent le goudron de houille et, en général, les décompositions pyrogénées de la chimie organique.

Des phénomènes analogues se retrouvent aussi dans la décomposition des oxydes métalliques par la chaleur; mais ils ont été moins étudiés dans ces derniers cas.

BERTHELOT.

(La suite prochainement.)

VARIÉTÉS

L'exposition artistique et industrielle de Düsseldorf.

La ville de Düsseldorf possède actuellement une exposition industrielle, ouverte depuis le 8 mai dernier, qui mérite une étude particulière, car elle a permis de réunir les produits d'une des régions les plus industrieuses que renferme l'Allemagne, et elle fournit ainsi un témoignage frappant de l'activité du travail et des progrès accomplis chez nos voisins d'outre-Rhin.

Le catalogue officiel, publié à cette occasion à Düsseldorf, reconnaît lui-même le rôle effacé que l'Allemagne avait joué à l'Exposition de Philadelphie, en 1873, et à celle de Paris, en 1878. Puis, après avoir insisté sur l'importance des expositions dans la société contemporaine, il ajoute que cette attitude aurait pu apporter un préjudice considérable à l'industrie allemande. L'Europe serait arrivée à la croire, en effet, incapable de soutenir la concurrence étrangère; il lui importait donc de se relever de cet échec en organisant à son tour une exposition et attestant ainsi sa vitalité devant les autres nations.

Le choix des provinces rhénanes et de la ville de Düsseldorf, décidé dans la réunion de la section rhénane de l'Association des ingénieurs allemands, était particulièrement heureux, car cette ville forme en quelque sorte le port et le centre d'un district, qui renferme tant d'usines métallurgiques et de manufactures. La houille s'y rencontre à fleur de terre, pour ainsi dire, sur tout le bassin de la Ruhr, à côté des minerais de fer, et la production houillère et métallurgique atteint et dépasse celle de la France entière.

C'est là qu'on rencontre, en effet, Bochum, Dortmund et la ville d'Essen, dont la grande usine Krupp, rivale du Creusot, a porté le nom dans le monde entier (1), etc.

A côté de la métallurgie, la filature et le tissage y possèdent les établissements les plus importants de l'Allemagne. Les rubans, les soies et les velours de Crefeld font une concurrence redoutable aux produits similaires de Lyon, et nous pourrions citer également Gladbach, Mülheim, et surtout Elberfeld-Barmen qui s'est prodigieusement agrandi en peu d'années, et dont la population dépasse aujourd'hui 167 000 habitants.

Le pays est desservi en même temps par un réseau de voies ferrées dont on ne rencontre guère d'autres exemples en Europe. Trois compagnies différentes ont construit, pour relier tous ces centres industriels, chacune autant de lignes distinctes qui cheminent parallèlement en conservant les mêmes points de départ et les mêmes points d'arrivée; il en est résulté un réseau aux mailles serrées dans lequel un étranger a peine à se reconnaître. Il n'est pas de si petite ville qui ne possède ses trois gares et ne puisse communiquer avec les bourgades voisines en empruntant l'un quelconque des trois réseaux enchevêtrés du *Berg et Marche*, de *Cöln Minden* ou des *Chemins de fer rhénans*.

Un pareil état de choses a amené, pour les transports, une concurrence tout à fait favorable aux fabricants, en ce sens qu'elle a entraîné un abaissement des prix de transport; mais, d'autre part, la production s'est développée d'une manière surabondante. Il faut remarquer, en effet, qu'un grand nombre des usines métallurgiques établies dans cette région, à la suite des événements de 1870, ne trouvent presque plus de débouché actuellement, malgré la baisse qu'elles ont contribué à déterminer dans les prix; et une pareille situation entraîne une sorte de malaise, surtout pour les établissements secondaires, car la consommation paraît beaucoup dépassée par la production.

On ne construit plus guère de locomotives, par exemple, surtout depuis que l'État a pris la direction complète de la plupart des chemins de fer, dans un pays où les ateliers de construction sont cependant si nombreux, et qui renferme des usines comme celles d'Essen, Isselburg, Sterkräde, Mülheim, Duisburg, Oberhausen, Dortmund, Ruhrort, Bochum, Steele, etc.

L'exposition de Düsseldorf renferme seulement trois locomotives de gares, tandis qu'en France nos ateliers de construction, tout en souffrant cependant de la crise actuelle, conservent encore du travail et reçoivent toujours des commandes des compagnies de chemins de fer.

Les grands établissements des provinces rhénanes ont donc voulu essayer de secouer la torpeur actuelle et de montrer à l'Allemagne elle-même et à l'Europe que l'industrie allemande pouvait encore fabriquer aussi bien que ses concurrents étrangers. Ils ont réussi dans une certaine mesure, car l'exposition actuellement ouverte à Düsseldorf renferme beaucoup de produits remarquables; elle mérite l'attention spéciale des fabricants français, surtout au point de vue des productions particulières du pays, telles que la houille, le fer, le zinc, la filature et le tissage; et même, ce qui peut paraître plus étrange, au point de vue de certaines industries de goût; nous citerons, par exemple, deux groupes dont l'exposition était fort remarquable, les vêtements, et surtout les arts d'ameublement, pour lesquels les Allemands arrivent aujourd'hui à de fort bons résultats en imitant les styles anciens recherchés dans les modes actuelles.

La ville de Düsseldorf possède un fort beau jardin zoologique, comme on en rencontre d'ailleurs dans la plupart des

(1) Production des provinces rhénanes en 1875 :

Houille.	233 000 000	centners (1).
Minerai de fer.	14 000 000	—
Minerai de plomb. . . .	1 000 000	—
Fer brut	13 000 000	—

Production de la Westphalie en 1875 :

Houille.	215 000 000	—
Minerai de fer.	11 000 000	—
Fer brut	7 000 000	—

Production de la France en 1879 :

Houille.	15 576 854	tonnes.
Fer brut	696 919	—

(Le centner vaut 50 kilogrammes environ.)

villes allemandes, et qui sert de but de promenade le dimanche aux habitants. Ce jardin, situé à 2 kilomètres environ de la ville, présente une contenance de 20 hectares environ; c'est là qu'ont été installés les bâtiments de l'exposition dans une situation particulièrement agréable, en ce qu'elle permet au visiteur de se reposer facilement et de trouver immédiatement un abri sous les grands arbres et les allées du jardin.

L'édifice principal a 360 mètres de longueur sur 100 mètres de largeur; il est disposé à peu près suivant le plan rectangulaire adopté à Paris en 1878. Ce bâtiment occupe ainsi une surface de 3 hectares et demi environ. Une vingtaine d'autres petits pavillons répartis dans le jardin reçoivent les autres annexes et couvrent une surface totale de 1 hectare.

La grande façade sur le côté sud-ouest rappelle un peu aussi celle de Paris : elle comprend un pavillon central de 16 mètres de largeur, recouvert par une voûte en arc de cercle formant une sorte de dôme avec une lanterne circulaire au sommet. Ce pavillon présente une hauteur totale de 30 mètres. Sur le côté, sont deux petites tours conçues dans la même architecture, et la façade est terminée aux angles par deux tours analogues de la même hauteur. Celles-ci sont réunies aux premières par deux galeries ayant chacune 20 mètres de longueur et 10 mètres de hauteur.

Quant au bâtiment lui-même, il comprend trois galeries principales de 360 mètres de long qui sont rencontrées à angle droit par quatre galeries parallèles à la façade et présentant une longueur de 100 mètres. Les espaces restés libres entre les galeries croisées sont occupés par de petites cours découvertes présentant chacune une surface de 100 mètres carrés environ.

L'exposition comprend les vingt groupes suivants :

1° Beaux-arts allemands ; 2° salines ; 3° art des mines; 4° machines et moyens de transport ; 5° métallurgie ; 6° industrie chimique ; 7° produits alimentaires ; 8° fabrication du verre et des glaces ; 9° travail du bois ; 10° objets mobiliers ; 11° industrie textile ; 12° vêtements ; 13° cuirs et caoutchouc ; 14° papier ; 15° art de la gravure ; 16° instruments de sciences et de chirurgie ; 17° instruments de musique ; 18° art de l'ingénieur ; 19° écoles ; 20° beaux-arts appliqués à l'industrie.

Nous ne pouvons évidemment donner ici une description détaillée de chacun des différents groupes, nous devons nous attacher seulement aux produits des industries les plus importantes dans le pays, et surtout à ceux des mines et de la métallurgie dont l'exposition, réellement remarquable, aurait occupé un rang très distingué à Paris à côté de celle de nos usines françaises.

Quant à l'industrie textile, le catalogue officiel déclare lui-même que les produits exposés sont loin de donner une idée complète de l'importance considérable qu'elle a prise dans la région ; et il explique l'abstention des principaux fabricants, en alléguant les dépenses considérables qu'entraînerait pour eux le déplacement de leurs métiers si ingénieux et compliqués.

L'exposition des beaux-arts présente un intérêt tout particulier, car l'école de Düsseldorf a produit des peintres et des sculpteurs restés justement célèbres, et la ville posséda longtemps la belle galerie de tableaux qui fait aujourd'hui la gloire de Munich.

L'Union des mines de Westphalie avait une exposition complète dans laquelle nous avons rencontré des blocs de charbon ayant plus de 2m,50 d'épaisseur, et de nombreux échantillons des terrains traversés dans le percement de puits et de galeries souterraines. Ces mines, où l'extraction du charbon s'opère dans des conditions économiques bien plus favorables qu'en France, ont une production très considérable, et elles peuvent exporter le charbon jusqu'en dehors de l'Allemagne, comme l'indiquait une carte exposée montrant les quantités vendues dans les différents pays.

Elles ont livré, en effet, pendant l'année 1878 :

A Hambourg, 302 481 centners de houille ; en Hollande, 2 463 378 ; au Luxembourg, 240 882 ; à Berlin, 175 393.

Elles ont même pu expédier jusqu'à Melun, en France, 163 468 centners, soit environ 8000 tonnes de houille.

Nous rencontrons ensuite, à l'entrée de la partie métallurgique, le beau portique construit par MM. Piedbœuf et Cie de Düsseldorf, au moyen de leurs tubes en fer ou en acier laminé. Les montants du portique sont formés par des tubes en fer de 2m,80 de diamètre et les cannelures sont dessinées par de petits tubes de quelques centimètres seulement.

Nous signalerons encore un petit tube de 25 mètres de long ayant un diamètre intérieur de 3 millimètres, enroulé en hélice, puis de grandes tôles d'acier fondu embouties à la presse hydraulique dans des conditions de perfection que ne peut atteindre le travail à la main. Ces appareils exigent des accumulateurs et un outillage spécial qu'on rencontre actuellement dans presque toutes les usines allemandes, et ils sont à peu près indispensables pour l'acier fondu, car il faut éviter, dans le travail de forgeage à l'intérieur du métal, toute tension irrégulière, qui deviendrait plus tard une cause de rupture.

Nous citerons également certaines pièces dont les dimensions énormes attiraient l'attention des visiteurs, par exemple, une feuille de tôle de 10 mètres de longueur sur 5 mètres de large; des hélices en acier de 3 à 4 mètres de diamètre, etc., et particulièrement, un rail en acier de 56 mètres de long replié sur lui-même en dix branches formant autant de tuyaux d'orgue et maintenues en contact comme une surface continue, sans qu'une courbure aussi énergique ait amené aucune crique dans le métal.

Un grand nombre des pièces métallurgiques exposées sont fabriquées avec l'acier fondu qui tend à se substituer de plus en plus au fer forgé; nous avons rencontré également quelques produits obtenus par les nouveaux procédés de déphosphoration ; nous signalerons aussi des objets en acier moulé, notamment des cloches de l'usine de Bochum, et surtout des croisements de voie qu'on n'ose guère encore appliquer en France dans la crainte que les chocs résultant du passage des véhicules en marche n'amènent la rupture d'une pièce non forgée.

Nous signalerons enfin l'exposition des machines dans la-

quelle on a réuni toutes sortes de machines et de métiers qui sont mis en action sous les yeux des visiteurs. Cette grande halle comprend une galerie centrale de 15 mètres de hauteur avec deux ailes latérales, elle a 100 mètres de longueur sur 45 de largeur totale. Elle renferme trois lignes d'arbres parallèles destinés à mettre les machines en mouvement, celui de l'espace central a 8 centimètres de diamètre et les deux des ailes ont 6 centimètres ; ils sont actionnés par les moteurs amenés à l'exposition, et la vapeur est fournie de même par les bouilleurs exposés entre lesquels on a établi dans cette occasion un véritable concours afin d'arriver à déterminer les meilleurs types pour la production économique de la vapeur.

Pour les chemins de fer, nous avons remarqué l'exposition des systèmes de signaux Saxby et Farmer des chemins rhénans ; ces appareils qu'on commence actuellement à appliquer en France dans nos grandes gares assurent, comme on sait, la solidarité complète des aiguilles et des signaux, et ils empêchent absolument l'agent chargé de la manœuvre de donner aux voies une position déterminée sans donner en même temps avec les signaux l'indication correspondante, ce qui fournit ainsi pour l'exploitation toutes les garanties désirables.

MM. Zypen et Charlier de Deutz exposaient les wagons types adoptés par le *Verein allemand* et qui peuvent circuler sur toutes les voies de l'Union. Les voitures de voyageurs, surtout celles de première et de seconde classes sont généralement très confortables et renferment fréquemment des cabinets de toilette ; dans les voitures de première, les sièges, au nombre de trois seulement par banquettes, peuvent s'allonger et permettre ainsi aux voyageurs de se reposer commodément. On sait que le *Verein* a conservé les voitures de quatrième classe dans lesquelles les voyageurs doivent se tenir debout ; cette décision est basée principalement sur des considérations militaires, car on trouvera là immédiatement en cas de besoin le matériel de transport pour les soldats et surtout pour les blessés ; ces wagons sont munis, en effet, de rampes latérales, de portières élargies, de crochets de suspension et, en un mot, de tous les agrès nécessaires pour introduire et suspendre les lits des blessés. Les voitures allemandes sont éclairées généralement au gaz, elles sont pourvues de petits récipients placés sous le plancher et dans lesquels on enferme au départ une provision suffisante de gaz. La contenance de ce réservoir est de 255 litres pour les voitures de quatrième, 350 pour les troisièmes et 510 litres pour les premières et les secondes.

Mentionnons enfin le curieux chemin de fer électrique de MM. Siemens et Halske, dont le moteur fixe est fourni par une machine Gramme installée à l'extrémité de la voie. Le courant qui en résulte est amené par les rails jusqu'à une seconde machine Gramme renfermée dans le véhicule de tête du train, et en l'actionnant, il fait tourner les bobines de cette dernière ; il entraîne ainsi les roues du véhicule qui sont solidaires avec les bobines, puis le courant retourne à la machine fixe par l'intermédiaire d'un rail central soigneusement isolé.

EXPÉRIENCES DU CHAMP DE TIR DE MEPPEN SUR LES CANONS PRUSSIENS DE DIFFÉRENTS CALIBRES.

CANON.		LONGUEUR de L'AME.	POIDS DU CANON avec la culasse.	RAINURES.		POIDS		CHAMBRE.		VITESSE du PROJECTILE.	PRESSION de la POUDRE.
CALIBRE.	LONGUEUR.			NOMBRE.	PROFONDEUR.	DE LA CHARGE.	DU PROJECTILE.	LONGUEUR.	DIAMÈTRE.		
Millim.	Mètres.	Mètres.	Kilogr.		Millim.	Kilogr.	Kilogr.	Millim.	Millim.	Mètres.	Atmosph.
(1) 400	10,000	8,711	72 000	90	2,00	205,0	776,7	1158,2	440	502,40	2480
						200,0	642,8	1560,4	440	536,80	1500
(2) 353	8,800	7,740	52 000	80	2,00	»	»	»	»	»	»
(3) 240	6,120	5,410	18 000	54	1,50	75,0	160,0	1274,4	286	576,60	2550
						75,0	136,0	1278,5	286	606,90	2565
(4) 155	»	»	3 529	36	»	»	»	»	»	»	»
(5) 149,1	4,200	3,780	3 960	36	1,50	15,0	51,0	727,0	175	508,60	2541
						15,0	40,0	727,0	175	599,35	2462
(6) 105	2,850	2,574	1 060	32	1,25	4,2	16,0	505,8	130	456,60	1960
(7) 96	2,500	2,260	625	32	1,00	2,7	12,0	344,0	106	452,50	2100
97	4,350	4,085	1 265	24	1,25	3,5	10,0	339,4	150	557,50	1765
						3,5	6,8	344,6	150	639,60	1540

(1) Canon pour la défense des côtes.
(2) Essayé seulement pour la vitesse.
(3) Ce canon fut essayé sur une cible en fer forgé de 305 millimètres d'épaisseur, renforcée par une charpente de 55 millimètres et une tôle de 205 millimètres : le projectile traversa complètement et alla jusqu'à 2200 mètres au delà.
(4) Densité de la poudre : 1,75.
(5) Essayé pour l'exactitude.
(6) Densité de la poudre : 1,64.
(7) Poudre à gros grain de 13 à 16 millimètres de diamètre.

Nous terminerons en disant quelques mots du pavillon de l'usine Krupp qui forme une des curiosités principales de l'exposition. Cette usine colossale qui occupe 15 782 ouvriers et 7103 mineurs ne renferme pas moins de 41 kilomètres de

voies ferrées, 1542 fours, 294 chaudières, 92 marteaux pilons, dont un qui pèse 60 tonnes, 310 machines à vapeur et 1622 machines-outils ; elle consomme par jour 2680 tonnes de houille, 13 000 mètres cubes d'eau et autant de mètres cubes de gaz ; elle expose à Düsseldorf plusieurs pièces énormes qui témoignent de la puissance de son outillage, entre autres un arbre d'hélice en acier fondu de 14 000 kilog. qui a déjà fait 66 millions de tours en service sans être criqué ; une tôle de chaudière de 850 kilos ; un bandage de 2^m,50 de diamètre, etc.; mais ce qui en fait l'intérêt principal, c'est l'exposition militaire : le canon de 40 centimètres d'âme, fièrement dressé sur un affût à l'entrée du pavillon, ainsi que la collection complète des obus employés dans l'armée prussienne depuis celui de 40 jusqu'à celui de 6 centimètres de diamètre.

Le canon de 40, d'un poids total de 72 000 kilog., dont les frettes seules pèsent déjà 4930 kilog., lance avec une vitesse de 502 mètres par seconde un obus pesant 777 kilog.; il peut encore traverser, à 5000 mètres de distance, des plaques ayant une épaisseur supérieure à 40 centimètres. Il repose sur un affût porté déjà sur les rails d'une plateforme et mobile dans les deux directions. Une combinaison de moyens mécaniques convenables permet à dix hommes d'effectuer la manœuvre de cette énorme pièce.

M. Krupp a fait l'année dernière au champ de tir de Meppen des expériences complètes sur la portée des canons et la vitesse des projectiles, et comme les résultats de ces essais si intéressants sont encore cependant peu connus en France, nous avons cru devoir donner ci-dessus le tableau qui les résume.

L. Baclé.

CORRESPONDANCE

Paris, le 24 septembre 1880.

A M. Ch. Richet.

Mon cher confrère et ami,

De retour d'un congrès tenu à Bruxelles où j'étais délégué par l'Académie de médecine, je communiquais, il y a peu de jours, à notre secrétaire perpétuel les tristes réflexions qu'avait fait naître en moi la belle installation de l'Académie de Belgique, lorsqu'on la compare à la nôtre. En Belgique, logée dans un palais (l'ancien palais ducal), l'Académie occupe un local digne de cette institution, salles nombreuses pour les comités; bibliothèque vaste et bien éclairée, salles pour les réunions ordinaires et extraordinaires. Rien ne manque à cette installation, tout fait défaut à la nôtre. Salle obscure, ne pouvant contenir tous les académiciens s'ils étaient exacts aux séances, bibliothèque exiguë et incommode, notre dénûment est aussi complet que possible. M. Béclard m'a prié de vous transmettre mes impressions, c'est ce que je m'empresse de faire. Permettez-moi d'ajouter un mot, c'est qu'il est facile de remédier à ce triste état de choses. Il suffirait de consacrer le palais du quai d'Orsay, dont on laisse depuis dix ans les ruines augmenter de jour en jour, à l'Académie de médecine et aux sociétés savantes et d'en faire le palais des sociétés savantes. L'Académie y trouverait un local digne d'elle, et de plus les nombreuses sociétés savantes (sociétés de médecine, de biologie, de chimie, de statistique, etc., etc.) s'empresseraient de louer à l'État des locaux appropriés à cet usage.

Ce projet est le plus économique de tous ceux présentés jusqu'ici, et je crois qu'il mérite d'être soutenu par la presse et par le parlement; je le soumets à votre haute compétence et vous prie d'agréer, mon cher confrère, l'assurance de ma cordiale sympathie.

Dujardin-Beaumetz.

BULLETIN DES SOCIÉTÉS SAVANTES

Académie des sciences de Paris

Séance du 13 septembre 1880.

M. *le Secrétaire perpétuel* signale, parmi les pièces imprimées de la correspondance, trois opuscules de M. *G. Govi*, imprimés en italien.

Le premier contient le texte d'un discours prononcé le 26 janvier 1616, par le prince Frédéric Cesi, à une séance de l'Académie des *Lincei*, à laquelle assistait Galilée, qui était membre de cette Académie depuis le 25 avril 1611. Le prince Cesi avait fondé, en 1603, l'Académie des *Lincei*, qu'il présida jusqu'à sa mort, arrivée en 1630. Le texte inédit de ce discours a été retrouvé par M. Govi à la Bibliothèque nationale de Naples; il l'a fait précéder de quelques considérations relatives à la date qu'il lui faut assigner.

Le deuxième opuscule se rapporte à l'invention des *ludions* ou *diables de Descartes*, que M. Govi prouve avoir été imaginés pour la première fois en 1648, par Raphael Magiotti de Montevarchi, membre de l'Académie *del Cimento*, qui les décrivit et en expliqua le jeu dans un opuscule très rare, publié à Rome la même année. C'est en 1754, dans un article de l'*Encyclopédie*, que d'Alembert donne (pour la première fois peut-être) le nom de *diables cartésiens* aux ludions, que personne n'avait songé jusqu'alors à attribuer à Descartes.

Le troisième opuscule contient la traduction de deux notes sur les *Miroirs magiques* des Chinois et des Japonais, publiées par M. Govi en 1861 et en 1866, et destinées à fournir la preuve que les effets de ces miroirs ne sont dus qu'à des différences de courbure des diverses parties de leur surface. M. Govi en donne plusieurs démonstrations expérimentales, dont quelques-unes ont été reproduites récemment par d'autres, comme étant tout à fait nouvelles. Il montre surtout qu'en y appliquant rapidement la chaleur ou le froid, on peut rendre excellent le plus mauvais *miroir magique*. C'est en partant de cette observation et de l'explication donnée par M. Govi que M. Duboscq a réussi dernièrement à produire le même effet, en remplaçant l'action de la chaleur par celle d'une couche d'air qu'on comprime ou qu'on raréfie à la partie postérieure du *miroir*, et qui, de même que la chaleur, tend à exagérer les différences de courbure des diverses parties de la surface réfléchissante (1).

— M. le contre-amiral *Brossard de Corbigny*, appelé au commandement de notre division navale dans l'océan Paci-

(1) Voir la *Revue scientifique*, t. XVIII, p. 1143.

fique, informe l'Académie, par l'entremise de M. l'amiral Pâris, qu'il se met à sa disposition pour les études scientifiques qui pourraient être exécutées par les officiers placés sous ses ordres.

— M. *G. Bigourdan* communique ses observations sur la comète Faye et sur la comète *b*, 1880 (Schaeberle), faites à l'Observatoire de Paris (équatorial de la tour de l'ouest).

— M. *L. Cruls* informe l'Académie que, dans la série des étoiles doubles observées à l'Observatoire impérial de Rio, et qui par leurs positions échappent complètement aux observatoires de l'autre hémisphère, où tout au moins ne sont visibles que fort imparfaitement pour un très petit nombre d'entre eux, il en a rencontré quelques-unes qui lui paraissent accuser un mouvement orbital bien défini, quoique lent. Ces étoiles n'ont été observées que par J. Herschel, au Cap, et par le capitaine Jacob, à Poonah, dans l'Hindoustan. Il a comparé ses nouvelles observations à celles qui ont été faites avant lui, et en déduit que le système d'Herschel accuse un mouvement rétrograde de 6° en quarante-trois ans.

M. L. Cruls présente quelques résultats de ses recherches spectroscopiques sur un groupe d'étoiles non encore étudiées. Tout en faisant, pour le moment, des réserves au sujet du classement en types proposé par le P. Secchi, et sur lequel il se propose de revenir plus tard, en décrivant les spectres avec détails, il a toutefois adopté ce classement dans l'exposé des résultats de ces observations, qui ont été faites avec un spectroscope à vision directe, monté sur l'équatorial de neuf pouces d'ouverture.

— M. *L. Thollon* décrit quelques phénomènes solaires observés par lui à Nice.

Le 28 mai, dit-il, à midi quarante minutes, une protubérance très brillante se montrait vers le bord occidental du soleil, dans l'hémisphère nord. Cette protubérance, dont les dimensions n'offraient rien d'extraordinaire, était d'abord tout à fait à droite (côté du violet) et en dehors de la raie C, et conservait sensiblement le même aspect, que la fente fût large ou étroite; plus haut et plus à droite encore, se voyaient deux masses incandescentes entièrement isolées et d'un éclat beaucoup plus faible. Le phénomène changeait rapidement d'aspect et, au bout de dix minutes, la masse principale de la protubérance se montrait en partie sur la raie C, en partie à gauche de cette raie, et quelques instants après tout avait disparu. La figure 20 représente les deux phases du phénomène.



Fig. 20.

Le 27 juin, dès cinq heures du matin, je vis, dans une région de petites taches, un point qui me parut être un centre de grandes perturbations. Ce point était à six minutes vingt-sept secondes au sud de l'équateur et à treize minutes douze secondes du centre vers le bord occidental. Durant toute la journée, j'ai suivi avec la plus grande attention les phénomènes qui se produisaient en cette région. La raie C y éprouvait des changements continuels et rapides; elle s'élargissait, se tordait, s'illuminait, se réduisait en masses isolées comme des grains de chapelet, s'étalait tantôt à droite, tantôt à gauche. Les phénomènes se succédaient si vite, qu'il m'a été impossible d'en faire un dessin exact. Le temps de tracer un léger croquis, de prendre et de noter une mesure, tout avait changé d'aspect. Les figures *a, b, c, d,...., g* (figure 21), où j'ai cherché à reproduire de mémoire et en grandeur naturelle quelques-uns de ces effets, pourront donner une idée de la prodigieuse activité qui se manifestait en ce point du disque solaire. Les graduations à droite et à gauche de C donnent, en *centaines de kilomètres*, les vitesses correspondant aux variations de réfrangibilité ; à droite, ce sont les vitesses de rapprochement; à gauche, les vitesses d'éloignement.

En imprimant à l'image solaire un petit mouvement de va-et-vient horizontal et faisant ainsi courir sur la fente la région observée, les impressions qui se succédaient produisaient l'illusion d'un mouvement tourbillonnaire. Une foule de petits détails, paraissant d'abord sans importance, se reliaient entre eux de la manière la plus frappante et contribuaient à rendre l'illusion du mouvement aussi complète que dans le phénakisticope.

Le 30 juin, cette même région, ayant atteint le bord occidental, présentait en dehors du disque une protubérance très brillante et très remarquable. Observée avec la fente étroite, elle a offert successivement les aspects représentés par les figures 22, 23 et 24 à vingt minutes d'intervalle. Un noyau très brillant, situé sur la raie C, semble être le centre d'un vaste tourbillon animé d'une prodigieuse vitesse. Cette protubérance paraissait être entièrement composée de minces filets lumineux à peu près parallèles et extrêmement brillants.

Après avoir répété un très grand nombre de fois l'expérience décrite dans ma note du 16 août, je n'hésite pas à affirmer que tout mouvement de la surface solaire ayant, suivant la ligne d'observation, une composante qui n'est pas nulle, donne lieu à un déplacement des raies spectrales. La réciproque est-elle vraie? Tout déplacement de raie correspond-il à un mouvement? Je dis que c'est extrêmement probable, mais non absolument certain. Il semble difficile d'admettre que deux causes différentes puissent produire des effets identiques; mais, indépendamment de cette considération, l'expérience paraît confirmer cette manière de voir. Si l'on compare, en effet, les vitesses qu'indiquent les déplacements de raies aux vitesses constatées bien des fois dans la formation des protubérances, on voit que ce sont des grandeurs tout à fait de même ordre. En outre, il m'est arrivé d'observer, à la base d'une protubérance, une petite région

très brillante et produisant dans la raie C une déviation très marquée, qui se déplaçait rapidement par rapport à la protubérance, s'en détachait et formait en peu de temps une nouvelle ramification d'une étendue considérable. Il y a donc lieu d'espérer qu'un jour ou l'autre l'observation tranchera la question d'une manière définitive.

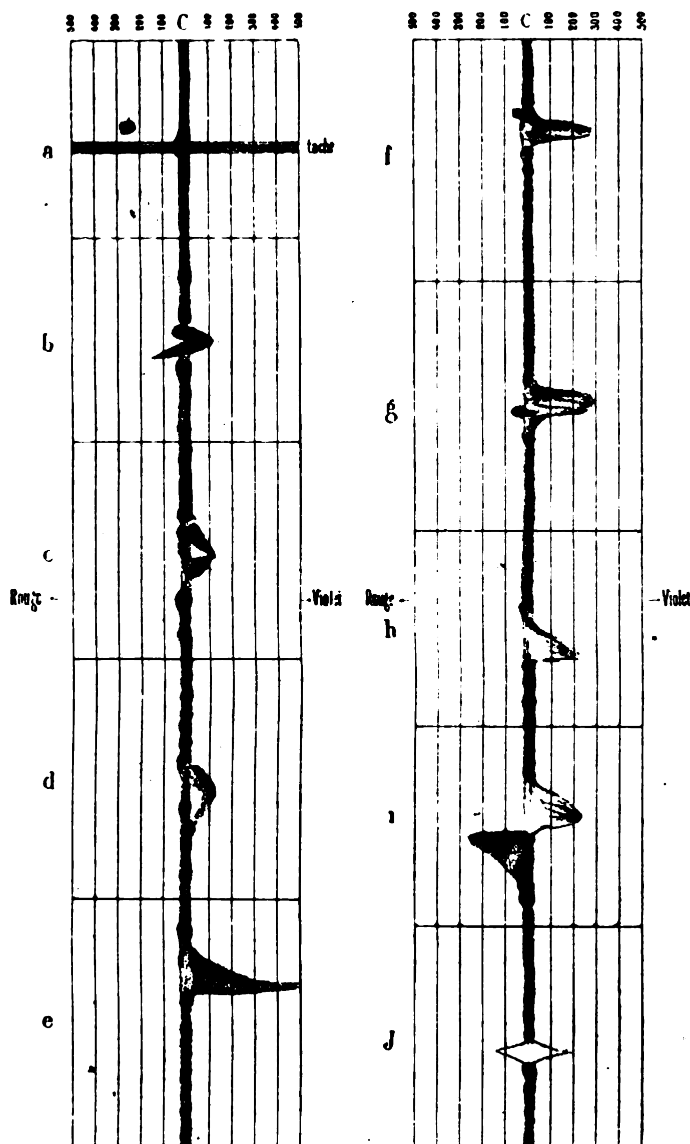


Fig. 21.

— M. *J. Joubert* poursuit ses études sur les machines magnéto-électriques à courants alternatifs. Il a pu établir que pour une intensité donnée du champ, quelles que soient d'ailleurs les autres conditions dans lesquelles la machine fonctionne, du moment où elle donne le travail maximum;

Le retard est égal à 1/8 de la période entière;

L'intensité est constante et égale au quotient par $\sqrt{2}$ du maximum absolu d'intensité;

Le travail électro-magnétique est proportionnel à la vitesse;

La vitesse est dans un rapport constant avec la résistance.

— M. *D. Klein* énumère quelques propriétés de l'acide tungstoborique. Cet acide cristallise en petits octaèdres quadratiques et sa formule peut se représenter par 9 Tu O^3, $Bo^2 O^3$, 4 Ho + 16 Aq. Il fond à 49°; sa fusion commence vers 40°.

La décomposition du pentamétaborate de potassium par l'hydrate tungstique fournit un composé nouveau, analogue au tungstoborate de potassium.

En traitant par l'azotate mercureux en solution concentrée du boroduodécitungstate bipotassique, on parvient à préparer de l'acide boroduodécitungstique.

— M. *S. Jourdain* rappelle brièvement ce que l'on observe

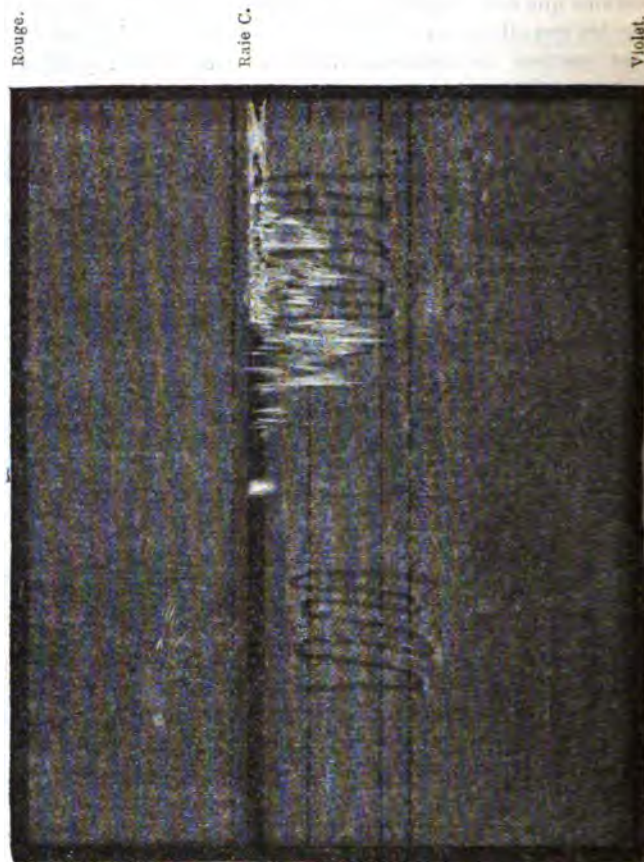


Fig. 22. — Protubérance observée le 30 juin 1880, à 10 heures 30 du matin, à l'observatoire du mont Gros (Nice), avec la fente étroite au bord occidental. Vitesse maximum, 350 kilomètres par seconde.

chez les Téléostéens. Chez ces vertébrés, on rencontre, sous la peau de la région post-céphalique, trois troncs lymphatiques longitudinaux, qui débouchent en avant dans de vastes réservoirs occupant la région coracoïdienne. L'un de ces troncs (*tronc ventral*) occupe la ligne médiane du ventre, depuis l'anus jusqu'à la ceinture coracoïdienne. Les deux autres sont placés, un de chaque côté, dans la région des flancs qu'ils parcourent dans toute leur longueur : ce sont les *troncs latéraux*.

Il paraît évident que les vaisseaux lymphatiques chez les Téléostéens et chez le Python présentent de grandes analogies.

— M. *Lortet* qui avait été chargé par le ministère d'étudier la faune profonde du lac de Tibériade rend compte de sa mission.

Le niveau du lac est à 212 mètres au-dessous de la surface

de la Méditerranée. La plus grande profondeur est de 250 mètres et se trouve à l'extrémité nord, en face de l'embouchure supérieure du Jourdain. Sur les deux rives du lac, des terrasses parfaitement régulières sont recouvertes de nombreux galets roulés, qui se rencontrent jusqu'à une altitude qui correspond à la pression barométrique de $0^m,76$. Ce fait prouve jusqu'à l'évidence que le niveau du lac était jadis le même que celui de la Méditerranée. Il est probable aussi qu'anciennement les eaux du lac devaient être très salines, intermédiaires en quelque sorte entre les eaux saumâtres et

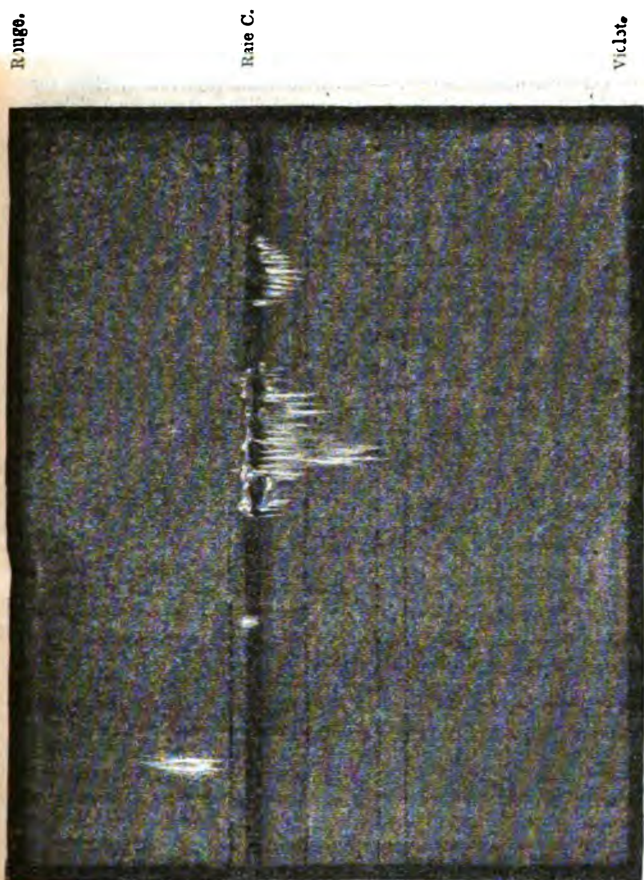


Fig. 23. — Protubérance observée le 30 juin 1880, à 10 heures 50 du matin. Vitesse maximum, 300 kilomètres par seconde.

celles sursaturées de la mer Morte. A la suite des violentes convulsions volcaniques dont le pays montre partout des traces nombreuses, le niveau de ce dernier bassin s'étant abaissé, le Jourdain a dessalé petit à petit, par la masse de ses eaux, celles du lac, qui aujourd'hui sont devenues potables, quoique très légèrement saumâtres.

Les espèces de poissons qui ont pu être pêchés sont au nombre de douze au moins. Il y a plusieurs formes nouvelles, qui sont actuellement à l'étude.

— M. *Th. Lécard* a constaté, dans le Soudan, l'existence de vignes sauvages, à fruits délicieux, à tige herbacée et à racines vivaces.

La beauté et l'abondance des fruits, la vigoureuse rusticité de la plante, la facilité de culture par suite de la simple plantation annuelle de ses racines tuberculeuses, font espérer que ces espèces nouvelles sont susceptibles de changer complètement les conditions de la culture de la vigne en France et d'en augmenter la production dans des proportions inconnues.

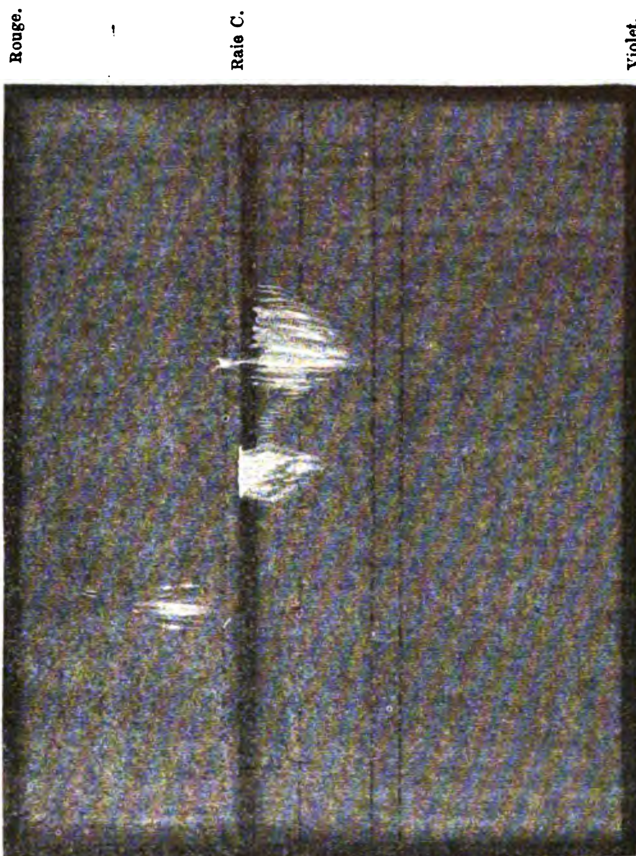


Fig. 24. — Protubérance observée le 30 juin 1880, à 11 heures 15 du matin. Vitesse maximum, 300 kilomètres par seconde.

On pourra les cultiver en France comme on le fait pour les Dahlias; peut-être cette découverte est-elle le seul remède à opposer au Phylloxera.

— M. *J. Rouyer* donne quelques détails sur un orage observé à Laigle (Orne) le 6 août dernier.

Les éclairs se produisaient à raison de cinquante-trois par minute en moyenne. Il y a même eu jusqu'à trois éclairs par seconde.

BIBLIOGRAPHIE

Sommaire des principaux recueils de mémoires originaux.

Annales de chimie et de physique (août-septembre 1880). — *Eug. Demarçay :* Sur les acides tétrique et oxytétrique et leurs homologues. — *Berthelot :* Relation entre la chaleur de dissolution et la chaleur de dilution dans les dissolvants complexes. — Sur la chaleur de formation des composés cuivreux. — Sur la chaleur de formation de l'hydrate de chloral. — Divers appareils destinés à faire réagir deux gaz avec formation d'un produit gazeux. — *C. Marignac :* Sur les terres de la Samarskiste. — *W. Longuinine :* Détermination des chaleurs de combustion de la glycérine et du glycol éthylénique. — *L. Foucault :* Explication sur l'expérience du Panthéon, relative au mouvement de la terre. — Sur l'expérience de la verge vibrante.

— Annales de chimie et de physique (septembre 1880). — *Boussingault :* Détermination de la hauteur du mercure dans le baromètre sous l'équateur; amplitude des variations diurnes barométriques à diverses stations des Cordillères. — *A. Villiers :* De l'éthérification des acides minéraux. — *W. Longuinine :* Chaleur dégagée dans la combustion de quelques alcools isomères de la série grasse ainsi que de l'œnanthol.

— Archives de physiologie normale et pathologique : 1880, n° 3. — *L. Malassez :* Sur les perfectionnements les plus récents apportés aux méthodes et aux appareils de numération des globules sanguins et sur un nouveau compte-gouttes. — *H. Leloir:* Contribution à l'étude de la structure et du développement des productions pseudo-membraneuses sur la muqueuse et sur la peau. — *C. Vanlair:* Granulome télangiectasique du corps vitré avec persistance de l'artère hyaloïdienne. — *W. Nicati* et *A. Richaud:* Recherches sur la cirrhose biliaire du lapin domestique.

Publications nouvelles.

Nouveau dictionnaire de géographie universelle, par M. *Vivien de Saint-Martin.* — Les treize premiers fascicules de cet important ouvrage sont parus aujourd'hui, et cependant la lettre E n'est pas encore épuisée. Ce dictionnaire, qui dépasse par l'étendue tous ceux qui l'ont précédé, est évidemment destiné à rendre dans les sciences géographiques des services analogues à ceux que rend l'encyclopédie de Larousse, pour ce qui regarde la littérature, les arts et l'histoire en général.

— Cours de physique comprenant les matières d'enseignement de la classe de mathématiques spéciales, par *J. Moutier,* répétiteur à l'École polytechnique (Dunod, éditeur). — Le premier fascicule de ce nouveau traité vient de paraître; les sujets qui s'y trouvent traités sont : la mesure des longueurs, l'hydrostatique et une partie de la chaleur. L'ouvrage semble fort complet et d'une exposition des plus claires. Nous y remarquons la description de la machine pneumatique de Kravogl. Cette machine, fort peu répandue et fort peu connue en France, est pourtant l'une des meilleures qui existe.

— Mémoire sur la vitesse de propagation des flammes, par M. *Francisco da Fonsega Benevides,* professeur de physique à l'école navale de Lisbonne. Lisbonne, 1880.

— Nouvel appareil pour la démonstration des propriétés physiques des vapeurs, par M. *Francisco da Fonsega Benevides.* Lisbonne, 1880.

— Projet d'organisation du service de santé de la compagnie du canal interocéanique de Panama. Lettre à M. le comte Ferdinand de Lesseps, par le docteur *Louis Companyo,* directeur conservateur du Muséum d'histoire naturelle de Perpignan. Paris, 1880. Librairie J.-B. Baillière fils.

— Les systèmes d'évacuation des eaux et immondices d'une ville par M. le docteur *Van Overbeek de Meijer* (J.-B. Baillière).

— De l'intuition dans les découvertes et inventions, ses rapports avec le positivisme et le darwinisme, par le docteur *A. Netter* (Treuttel et Wurtz, à Strasbourg).

— De l'analyse immédiate, par *Léon Garnier.* Thèse pour le concours d'agrégation (chimie). Paris, 1880, chez J.-B. Baillière.

— Influence exercée sur les réactions chimiques par les agents physiques autres que la chaleur, par *P. Carles.* Thèse pour le concours d'agrégation (chimie). Paris, 1880, chez J.-B. Baillière.

— The feeling of effort, par *William James.* — Mémoire anniversaire de la Société d'histoire naturelle de Boston. Boston, 1880.

CHRONIQUE

Congrès anthropologique de Lisbonne. — Le programme des séances et des excursions du congrès anthropologique est le suivant :

Vendredi 24 : Excursion à Pantarens et à Mugem.

Samedi 25 : Discussion de la quatrième question : Quelles sont les notions acquises sur les caractères anatomiques des habitants du Portugal dans les temps préhistoriques?

Dimanche 26 : Visite aux musées, aux galeries de tableaux, etc.

Lundi 27 : Discussion des cinquième et sixième questions : Par quel moyen peut-on reconnaître la transition de l'âge de la pierre polie à l'âge du cuivre ou des métaux en Portugal?

Quels sont les faits vérifiés au sujet de la civilisation des peuples qui habitaient le Portugal avant la domination romaine?

Mardi 28 : Excursion à Casaes et à Cintra.

Mercredi 29 : Clôture du congrès.

Après la clôture, on visitera les stations préhistoriques des deux Citania de Briteiros et de Sabroro dans la province de Minho.

Le congrès tient ses séances dans la grande salle de la bibliothèque de l'Académie royale des sciences de Lisbonne.

— Bureau central météorologique. — Sont nommés pour un an : *président du bureau central météorologique,* M. Hervé-Mangon, membre de l'Institut; *vice-président,* M. Cyprien Girerd, député, sous-secrétaire d'État au ministère de l'agriculture et du commerce; *secrétaire,* M. Blavier, directeur ingénieur des télégraphes.

— Observatoire de Paris. — M. Bigourdan (Sylvestre), élève sortant de l'École polytechnique, est nommé élève-astronome à l'observatoire de Paris.

— Exploitation de la houille en Pologne. — Dans le courant de l'année 1879, on a extrait dans les trente gisements du royaume 65 612 500 pouds, 5 330 ouvriers ont été occupés à ce travail.

En 1871, on a extrait 18 409 295 pouds de houille; en 1872, 17 288 920 pouds; en 1873, 20 495 432 pouds; en 1874, 24 550 783 pouds; en 1875, 24 903 700 pouds; en 1876, 27 668 407 pouds; en 1877, 38 363 030 pouds; en 1878, 54 581 000, et en 1879, 65 612 500 pouds.

En conséquence, l'exploitation de la houille en Pologne est maintenant quatre fois plus considérable qu'elle ne l'était en 1871.

— Les parasites de la laine. — Un entomologiste, M. Levoiturier, d'Elbeuf, s'est livré à un curieux travail, communiqué dans ces temps derniers à la Société d'acclimatation par M. Olivier. Il a dressé la liste — et elle est longue — des coléoptères trouvés par lui dans les laines des différentes régions du globe, et spéciaux à chacune de ces régions. On sait que dans le suin et les impuretés dont sont toujours chargées les toisons des moutons se rencontrent une assez grande quantité d'insectes ou de débris d'insectes. La détermination et le classement de ces insectes est un service rendu à l'industrie lainière, puisque leur seule inspection permet de découvrir la provenance des laines sur l'origine desquelles il peut y avoir doute, provenance importante pour l'évaluation du rendement. Ainsi le dégraissage enlève un poids plus considérable aux laines de Buenos-Ayres qu'à celles de Montevideo. Les laines du Cap et d'Australie perdent beaucoup moins. Ces variations correspondant à des variations de milieu fort différentes, il s'ensuit que, pour estimer une laine à sa juste valeur, l'acheteur est obligé de s'en référer à l'origine. Le tableau dressé par M. Levoiturier indique pour l'Australie 47 espèces d'insectes; pour le Cap de Bonne-Espérance, 52; pour Buenos-Ayres, 30; pour l'Espagne, 16; pour la Russie, 6. La société industrielle d'Elbeuf a exposé, dans son musée technique, les spécimens les plus remarquables recueillis par M. Levoiturier; il serait à désirer que l'exemple fût suivi par les chambres de commerce des villes où l'industrie de la laine occupe une certaine place.

— La colonie italienne de la baie d'Assab. — Les Italiens ont élevé sur la place d'Assab une petite ville composée de maisons de bois, à côté desquelles commencent à se construire toutefois quelques maisons de pierre, celle entre autres du professeur Lapeto, le promoteur de la colonie. Les officiers de l'exploration ont déjà fondé dans ce petit centre un cercle qui accueille avec empressement les voyageurs français, anglais, hollandais, turcs et égyptiens qui viennent à Assab de Dgeddah, de Zesta et d'Aden. Ils ont également établi un atelier où se travaille le fer et où se fabriquent même des appareils mécaniques de précision, dépassant ce qu'on peut faire dans ce genre à Aden. Les indigènes d'Assab, les Dunkalis, habitués aux vexations des Égyptiens, n'avaient pas vu d'abord les Européens d'un très bon œil, mais la bienveillance de ceux-ci a fini par triompher des préventions premières. Déjà, les nomades Dunkalis viennent à Assab échanger des marchandises contre les produits de l'Afrique, contre la nacre qui est dans ces parages fort belle et à très bon marché.

Le propriétaire-gérant : Germer Baillière.

PARIS. — Impr. J. CLAYE. — A. QUANTIN et Cie, rue St-Benoît. [1442]

LA

REVUE SCIENTIFIQUE

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

REVUE DES COURS SCIENTIFIQUES (2^E^ SÉRIE)

DIRECTEURS : MM. ANTOINE BREGUET ET CHARLES RICHET

2e SÉRIE — 10e ANNÉE | NUMÉRO 14 | 2 OCTOBRE 1880

Paris, le 1er octobre 1880.

Deux circulaires importantes ont été adressées cette semaine aux recteurs par le ministre de l'instruction publique. Ces circulaires visent la mise en pratique des réformes qui ont été décidées par le conseil supérieur, mais elles ont la sagesse de ménager une sorte de transition pour éviter d'apporter le moindre trouble chez les élèves en cours d'études.

Nous en détachons quelques passages relatifs à l'enseignement scientifique qui va acquérir plus d'importance que par le passé, surtout dans les classes élémentaires :

En septième, le programme des sciences naturelles sera modifié. Les éléments d'histoire naturelle des animaux et des végétaux s'ajouteront à l'histoire des terrains et des pierres, et même auront la priorité comme présentant plus d'intérêt pour les enfants et une plus grande utilité pratique.

Pour les classes de grammaire, le conseil supérieur a pensé que l'enseignement des mathématiques et des sciences naturelles devait être confié à des professeurs spéciaux, dès que les ressources du budget et le personnel disponible permettront cette réforme.

Le vœu du conseil est dès à présent réalisé pour les lycées de Paris; le personnel enseignant est nommé, et les lycées de première catégorie dans les départements seront également pourvus dans quelques jours. Dans les autres établissements, le professeur ordinaire continuera à être chargé provisoirement des enseignements spéciaux, à moins qu'il ne soit possible de recourir aux professeurs de sciences des classes supérieures, en leur attribuant des indemnités pour les heures supplémentaires.

En sixième, une heure sera prélevée sur les dix heures affectées au latin et reportée sur les sciences, qui comporteront un enseignement de quatre heures par semaine.

Il en est de même en cinquième. Les élèves qui vont suivre cette classe sont restés absolument étrangers aux sciences naturelles. On pourra dès lors réduire à cinq heures le temps attribué au latin et ajouter une heure à l'étude des sciences qui en comportait quatre.

Le programme de cette même classe de cinquième, dans le nouveau plan d'études, comprend, pour la géographie, précisément les matières que les élèves ont étudiées, l'année dernière, en sixième (Afrique, Amérique, Océanie, Asie). Pour ne pas faire double emploi et compléter les études géographiques de ces élèves, on substituera à ce programme celui de sixième (géographie de l'Europe et du bassin de la Méditerranée).

En quatrième, une heure sera prélevée sur l'enseignement du grec, qui compte déjà deux années d'étude, et attribuée aux sciences naturelles. Les sciences, en général, y occuperont quatre heures par semaine.

L'enseignement des sciences sera complété dans chacune des classes de troisième, de rhétorique et de seconde, mais sans empiéter sur les autres cours. Une heure, prise sur les heures d'étude, sera consacrée, en troisième, à l'histoire naturelle que les élèves n'ont pas eu occasion d'étudier précédemment. Une heure, également prise sur l'étude, sera attribuée, en seconde, à la physique, qui devra réunir en une seule année les deux programmes de seconde et de troisième. En rhétorique, on embrassera sommairement tout le programme de physique, qui n'a pas encore été abordé par les élèves entrant dans cette classe.

Nous appelons l'attention de nos lecteurs sur la remarquable communication que M. H. Sainte-Claire Deville a faite à l'Académie des sciences, à propos des odeurs de Paris. En raison de son importance et de l'intérêt qu'elle emprunte en ce moment à l'actualité, nous avons cru devoir publier cette communication in extenso (page 334).

ÉCONOMIE POLITIQUE

ASSOCIATION FRANÇAISE POUR L'AVANCEMENT DES SCIENCES

M. LEVASSEUR

La laine.

Je me propose de vous parler de la laine. Je n'ai pas la prétention, dans une brève communication, de traiter sous tous ses aspects un sujet très vaste que la science, l'agriculture, l'industrie, le commerce, peuvent envisager à des points de vue divers. Je désire seulement vous faire comprendre comment les conditions de l'industrie lainière se sont modifiées, et quelle politique économique résulte aujourd'hui de ces modifications.

La question n'est pas nouvelle, mais elle est importante. Quoiqu'elle soit bien connue à Reims, elle touche à de trop grands intérêts dans la ville et dans le département de la Marne, pour qu'il n'y ait pas quelque profit à l'exposer encore devant vous. A quel point elle préoccupe ici les esprits, c'est ce que j'ai remarqué hier dans la séance d'inauguration du congrès; quoiqu'elle ne fût pas à l'ordre du jour, deux des orateurs qui ont pris la parole l'ont indirectement, et pour ainsi dire, involontairement, abordée. Ils l'ont fait en termes excellents : le président du congrès en montrant comment le marché français et l'agriculture devaient compter désormais avec la production dans le nouveau monde; le maire de la ville en disant sous quelles influences a grandi la cité rémoise.

La ville de Reims doit sa célébrité à plusieurs causes. C'est la cité illustrée par le sacre des rois et par de grands souvenirs historiques, depuis Clovis jusqu'à Jeanne d'Arc. C'est le lieu où se tenait une de ces grandes foires de la Champagne qui, pendant les siècles du moyen âge, attiraient en foule les marchands de l'Occident; on se trouvait là au point de rencontre des routes d'eau et de terre de la Bourgogne, de l'Allemagne, de la Flandre, de l'Ile-de-France. C'est aussi la ville industrielle où le tissage de la laine était pratiqué dès les temps antiques, et dont il a fait de bonne heure la prospérité.

Reims, Troyes, Meaux, Provins ont dû en partie à leur situation géographique d'avoir été, au temps des foires de Champagne, des marchés importants.

Reims doit aussi à sa position géographique de s'être enrichie par la fabrication des lainages. La plaine de la Champagne, peu fertile et très sèche, était plus propre à l'élevage du mouton qu'au labourage : les Champenois, conformant leur économie agricole à la nature du sol sur lequel ils vivaient, se sont faits bergers.

La ville de Reims, fondée dès l'époque gauloise dans une position relativement favorable, presqu'au pied des coteaux qui l'abritent des vents d'ouest et qui lui donnent le bois, le raisin, les matériaux de construction, sur la Vesle qui sépare à peu près la région crayeuse et la région des terres fortes et fertiles, s'est trouvée sollicitée, par l'abondance de la laine dans son voisinage, à devenir une cité manufacturière : les Rémois se sont faits tisserands.

Dans un grand nombre de cas, la division du travail a été, comme ici, la conséquence des ressources particulières que chaque contrée offre à l'activité de l'homme : c'est ainsi que se sont formés la plupart des groupes industriels. Quelques exemples, pris en France et dans l'industrie même de la laine, suffiront pour faire comprendre cette loi que nous invoquons à propos de Reims. Le groupe de Sedan a eu d'abord sa raison d'être dans les troupeaux de l'Ardenne et de la Champagne. Celui de Rouen, qui tissait la laine avant d'importer le coton, et celui d'Elbeuf, de Lisieux et de Louviers qui ont succédé à Rouen (1), ont eu la leur dans les troupeaux du pays de Caux et du pays Chartrain. Au centre de la France, la bourgeterie de Bourges, très importante dans les siècles passés, a son origine dans les moutons du Berri. Au nord, la Flandre, au sud, le Languedoc, doivent, l'une aux moutons flamands, l'autre aux moutons des Causses et particulièrement à ceux du Larzac, la fabrication des draps qui en a fait au moyen âge de si riches provinces.

C'est un premier phénomène, celui des forces de la nature, sollicitant l'industrie humaine. Cependant, sur certains points, il s'est produit un second phénomène, conséquence du premier : celui de l'industrie humaine attirant à elle les forces de la nature. En effet, les groupes où l'industrie a le mieux réussi n'ont pas tardé, en se développant, à trouver insuffisant l'aliment que leur sol fournissait à leur activité : la Flandre a demandé de la laine à l'Angleterre; le Languedoc, à l'Espagne.

Il y a encore là une loi naturelle. Le petit oiseau, au sortir de l'œuf, ne se contente plus de la nourriture qu'il y a d'abord trouvée, et bientôt il prend son vol pour chercher lui-même une pâture plus abondante que celle qui lui était apportée par sa mère. Une industrie qui grandit peut multiplier ses métiers beaucoup plus rapidement que le cultivateur ne peut augmenter son bétail et, quand la vente de ses produits s'étend, il faut qu'elle prenne, en quelque sorte, son vol, qu'elle étende sa vente et en même temps le rayon d'approvisionnement de sa matière première.

Ces développements ne se font pas sans difficultés et sans résistance. Autrefois, comme aujourd'hui — je devrais dire, pour être juste, autrefois beaucoup plus qu'aujourd'hui — la politique économique avait ses rivalités, ses vues étroites, ses ambitions de monopole. Quand, au XIVe siècle, la Flandre prit parti pour le roi d'Angleterre contre Philippe de Valois, elle se décida surtout par un intérêt de fabrique : « Toute Flandre est fondée sur draperie, et sans laine on ne peut draper », était la devise du grand tribun Artewelt. A cette époque, c'était l'Angleterre, riche en moutons, mais encore peu habile à employer elle-même sa laine, qui fournissait une partie de cette matière à la Flandre. Elle se montra moins libérale, lorsqu'après le XVIe siècle, elle se fut appliquée à amé-

(1) Cependant Elbeuf faisait, dès le moyen âge, des étoffes communes. Colbert y introduisit la fabrication des draps fins.

liorer sa race avec des moutons tirés d'Espagne et à faire prospérer ses manufactures et qu'elle eût été, sur les traces des Hollandais, disputer aux draps du Languedoc les marchés du Levant. « Les Anglais, dit au XVIIe siècle Savary, l'auteur du *Parfait négociant,* ont toujours été fort jaloux de leurs laines; mais surtout leur jalousie s'est si fort augmentée depuis le milieu du XVIIe siècle, qu'il y va de la vie d'en faire aucun commerce avec les étrangers. » Ce qui n'empêchait pas la contrebande de prêter son aide à ce commerce, et des drapiers français d'en employer.

L'Espagne était presque aussi jalouse de ses laines, renommées pour leur finesse. On dit qu'elle avait reçu ses premiers moutons de Numidie au temps des Romains; il est probable, de plus, que la domination arabe a contribué au progrès de cette industrie agricole. Le climat et le sol lui étaient favorables; les troupeaux qui passaient la belle saison sur les hauts plateaux de Soria et de Ségovie trouvaient, comme nos moutons transhumants des Alpes, un ciel clément pendant l'hivernage dans les plaines de l'Estramadure et de l'Andalousie; la culture des terres souffrait du droit de parcours, mais l'élevage était florissant. Cependant l'Espagne, à l'inverse de l'Angleterre, avait vu le nombre de ses métiers diminuer après le XVIe siècle; elle n'en avait plus, au XVIIe siècle, un nombre suffisant pour employer tout le produit de sa tonte, et sa frontière était moins bien gardée que celle de l'Angleterre.

Sa politique était d'ailleurs moins indépendante. Après les premiers essais du président de La Tour d'Auguis dans la Camargue (1752), Daubenton, le collaborateur de Buffon, recommanda vivement le croisement du mouton français avec le mérinos. Louis XVI obtint du roi d'Espagne, en 1776, 200, puis, en 1786, 367 béliers et brebis de Ségovie et de Léon (1) : c'est l'origine du troupeau de Rambouillet, et c'est à cette occasion que Daubenton a écrit son mémoire *sur le premier drap de laine superfine du cru de France* (1784).

La statistique du commerce français pour l'année 1787 accuse une importation de 20 millions de livres tournois en laines étrangères, et de 4 millions et demi en fils de laine; l'exportation atteint une somme égale et se compose de 14 millions de draps, de 5 millions et demi de lainages et de 4 millions et demi de laine. A la même époque, la production française était estimée valoir 225 millions de livres tournois, à savoir 100 millions pour les draps, 100 millions pour les étoffes diverses, 25 millions pour la bonneterie. Évaluation très imparfaite sans doute, et qu'il serait téméraire de serrer de trop près pour en tirer des rapports et des déductions numériques. Toutefois elle indique que l'industrie de la laine avait fait de notables progrès depuis le XVIIe siècle (2), quoiqu'elle fût loin encore d'approcher de son développement actuel.

(1) Sous la première République, le traité de Bâle (1799) stipula au profit de la France le don par l'Espagne de 5500 béliers et brebis mérinos.

(2) M. Poulain, dans sa quatrième lettre (*l'Agriculture et les Traités de commerce,* p. 29), donne 40 millions de livres tournois comme chiffre de la production des tissus de laine sous Louis XIV. Je ne sais comment ce total est obtenu. Nous ne possédons de données relatives à la France entière, pour cette période, que celles qui se trouvent dans les mémoires des intendants. Or il s'en faut de beaucoup que tous les intendants aient donné le total de la production de l'industrie de la laine dans leur province. Néanmoins, il est certain que cette industrie a fait des progrès sensibles au XVIIIe siècle.

Il est certain qu'avant la Révolution de 1789, l'industrie de la laine avait déjà trop d'importance et comprenait trop de variétés pour se contenter des toisons françaises. Sans doute, l'importation était beaucoup moins considérable que de nos jours; mais elle existait déjà et elle était considérée par les fabricants comme nécessaire pour produire certains tissus. Les 20 millions de livres tournois d'importation, employés surtout à acheter des qualités supérieures, ne représentaient guère que 2 millions de kilogrammes, et si l'on estime approximativement, d'après Chaptal, le produit de la tonte de 30 à 35 millions de kilogrammes valant 60 à 80 millions de livres tournois, c'était environ le dix-septième en poids et le quart ou le cinquième en valeur de sa consommation, que la France demandait à l'étranger (1).

La Révolution n'a pas transformé seulement la société française dans les rapports de la vie politique et de la vie civile; elle a changé aussi les relations économiques. Elle a proclamé et elle s'est efforcée de faire pénétrer dans toutes les parties du corps social les deux grands principes de la liberté et de l'égalité dont les publicistes du XVIIIe siècle avaient montré certaines applications comme étant déjà faites en Angleterre et aux États-Unis, et qu'ils avaient revendiqués comme les droits imprescriptibles de l'humanité. En cherchant le type de la justice derrière eux, à l'origine des sociétés, plusieurs de ces publicistes se sont trompés. Les sociétés humaines ont rarement débuté par l'égalité et la liberté, non plus que par la richesse, qui sont d'ordinaire les fruits tardifs d'une civilisation perfectionnée. C'est devant eux, et non dans le passé, qu'il fallait placer un tel idéal. La Révolution a eu l'honneur de mettre largement en pratique ces deux principes féconds dont la France moderne est le résultat, et dont l'esprit s'est répandu, hors de la France, sur une partie du continent européen.

La liberté du travail en a été une des applications et elle reste un des bienfaits de cette révolution. Plus de maîtrises ni de jurandes, plus de règlements ni d'inspecteurs, plus de manufactures royales ni de monopoles octroyés (2). La carrière

(1) Ce rapport ne doit être regardé que comme une simple indication très hypothétique. Chaptal, pour l'année 1812, estime la production de la laine (laine brute probablement) à 38 millions de kilogrammes (à savoir : 0,8 de laine mérinos; 4 de laine métisse; 33,2 de laine commune); Girod de l'Ain, pour l'année 1821, donne 46,5 millions de kilogrammes (14 de laine mérinos; 6,5 de laine métisse; 38,6 de laine commune). La laine lavée à dos, en 1789, valait : laine de Champagne, 6 fr. 40 le kilogramme; laine de Berri, de 6 à 5 francs; laine de pays, de 4 fr. 50 à 2 fr. 90. C'est d'après ces données que nous indiquons la moyenne de 3 à 4 francs.

(2) Pour donner une idée de l'esprit de monopole qui régnait dans l'industrie avant 1789, sans sortir de notre sujet qui est la laine, nous citerons l'exemple de Lille et de Roubaix. Roubaix tissait, vers la fin du moyen âge, quelques étoffes de laine; elle le faisait clandes-

était ouverte; chacun pouvait y entrer, seul ou associé à d'autres, avec ses capitaux ou avec des capitaux empruntés, jouir du fruit de ses inventions sans pour cela priver le génie industriel du droit de faire à jamais une découverte semblable.

Si les bons effets n'ont pas été marqués dès les premières années, c'est que le travail industriel a besoin de sécurité non moins que de liberté. La sécurité manqua au milieu des difficultés inséparables d'une aussi grande transformation sociale, pendant la période des excès révolutionnaires, des luttes intestines et de la guerre étrangère (1). Quand le premier consul eut, par la fermeté de son administration, rétabli le calme intérieur, son orgueil et son ambition rompirent bientôt la paix que ses victoires avaient assurée; sous le régime monstrueux du blocus continental, l'industrie vécut, non sans éclat pendant quelques années, mais d'une vie pour ainsi dire factice.

Cependant, durant ces années, l'industrie de la laine prospéra sous l'Empire. En voici une des principales raisons :

Entre la science et le métier, il n'y avait eu, pour ainsi dire, aucun rapport direct pendant de longs siècles. Le savant n'était pas autrefois assez maître des secrets de la nature pour oser proposer des règles à la pratique. Il ne le devint en mécanique qu'avec les Watt, les Arkwright, les Vaucanson ; en chimie qu'avec Scheele et Lavoisier, c'est-à-dire dans le cours du XVIIIe siècle. De son côté, l'artisan était alors trop ignorant pour comprendre la science; il s'en tenait aux procédés de la routine, conformément aux statuts de sa corporation. L'industrie était devenue libre en France, précisément à l'époque où la science devenait capable de pénétrer dans la manufacture pour la diriger. Parmi les fabricants récompensés à l'Exposition de 1801, figuraient, à côté de Ternaux et de Decretot dont on avait remarqué les draps, Douglass que Chaptal avait établi à l'île des Cygnes, près de Paris, et qui construisait, à la mode anglaise, des cardes-brisoirs, des métiers à filer la laine de 30 à 60 broches (1). Cockerill, Dobo suivirent la même voie; ce dernier, qui était de Reims, reçut, en 1812, un prix de la Société d'encouragement pour avoir monté dans la manufacture de Ternaux, à Bazancourt, les premières machines préparatoires, destinées à l'étirage de la laine peignée.

Le *Moniteur* de 1810 relatait avec une visible satisfaction que la fabrique de Reims s'était relevée, qu'elle employait autant d'ouvriers et produisait à peu près deux fois plus qu'en 1789 (2).

Le progrès dû à la mécanique fut plus sensible encore sous la Restauration. Le rapporteur du jury de la laine cardée à l'Exposition de 1819 le constatait : « L'adoption des machines est devenue si générale que le petit nombre d'établissements qui sont restés en arrière ne pourront bientôt plus soutenir la concurrence. » Il ne s'agissait toutefois que de certains appareils de filature, des cardes métalliques, des tondeuses mécaniques; le tissage, qui n'employait, pour les chaînes de laine peignée, que des fils à la main, ne commença à leur substituer les fils à la mécanique qu'en 1822, et le triomphe ne fut complet qu'après 1830. Les essais de tissage mécanique à Reims ne remontent pas au delà de l'année 1838; l'établissement de Fléchambault est le premier qui ait réussi en ce genre (3).

A une manufacture plus active, il fallait plus de matières premières. On estimait la production française à 46 1/2 millions de kilogrammes de laine brute en 1821, et à 60 millions en 1862, c'est-à-dire à peu près au double de la production en 1789 (4); l'agriculture avait fait d'incontestables progrès, moins par le nombre des moutons que par le poids moyen des toisons. Néanmoins sa marche avait été, comme avant 1789, plus lente que celle de l'industrie.

tinement, parce que Lille s'y opposait. Elle obtint de Charles le Téméraire (1469) une charte l'autorisant à fabriquer de petites draperies, et, bientôt, Lille ne pouvant plus l'inquiéter sur ce point, le nombre de ses feux s'éleva de 264 à 600. Mais elle se mit à faire de la bourgeterie qui était de la grosse draperie, et à acheter pour cela du fil de sayeterie fabriqué à Tourcoing, quoique Lille eût obtenu pour sa châtellenie le privilège de tisser ce fil (cependant Amiens en employait aussi). De là, longue querelle et procès; Roubaix prétendait que ses tissus ne ressemblaient pas à ceux de Lille et, grâce à l'appui de son seigneur qui était sénéchal de Hainaut, elle obtint de Charles-Quint (1553) un arrêt favorable, à condition d'avoir désormais des eswards et une maîtrise, dont chaque brevet serait payé 3 carolins au profit du souverain.

Mais les procès recommencèrent et la querelle continua plus d'un siècle encore.

En 1621, les maîtres bourgeteurs de Lille sortirent en armes pour détruire les métiers de Roubaix et couper les étoffes. Les habitants de Roubaix furent prévenus à temps : hommes, femmes et enfants se préparèrent à la défense. Les Lillois furent repoussés; mais il y eut du sang versé. La querelle continuait encore quand la Flandre devint française. Lille voulut profiter des circonstances pour faire valoir ses anciens privilèges. Le procès recommença. Roubaix gagna sa cause et en profita pour se donner un règlement étendu et complet. Le droit de maîtrise, de 3 florins, s'était élevé, au XVIIIe siècle, à 24 florins pour les Roubaisiens, à 120 florins pour les étrangers.

(1) Comme preuve de cette longue crise, on peut citer les chiffres suivants : Louviers qui, en 1789, produisait 4360 pièces de draps, n'en fabriquait que 3095 en l'an IX.

(1) En 1811, Douglass déclarait avoir vendu des mécaniques de ce genre à 340 drapiers français.

(2)

	En 1789.	En 1804.	En 1810.
Nombre d'ouvriers	39 500	24 000	37 400
1° Pièces de drap	78 446	46 316	75 100
Valeur des pièces	9 000 000	6 500 000	9 500 000
2° Nouveautés (aunes)	»	35 000	400 000
Châles.	»	500	325 000
Valeur des produits	»	10 000 000	16 900 000
3° Valeur totale des lainages du département.	9 700 000	11 500 000	19 600 000

Un rapport de la Chambre de commerce de Reims sur l'Exposition universelle de 1873 donne : pour l'année 1789, 70 000 pièces, valant 9 millions de livres, 400 fabricants et 2500 ouvriers, à Reims et dans la campagne; pour l'année 1800, 35 000 ouvriers; pour l'année 1820, 65 000.

(3) L'emploi du métier Jacquard pour les étoffes de laine, dites nouveautés, est antérieur; il remonte à l'année 1833, et est dû à Bonjean, ancien élève de l'École polytechnique et manufacturier à Sedan.

(4) Estimation de Girod de l'Ain, pour 1821. — *Statistique de l'agriculture pour 1862*, publiée en 1868.

L'importation avait dû fournir le supplément nécessaire. Ce n'est pas qu'on l'eût favorisée pendant cette période.

Jusqu'en 1814, l'exportation des laines était prohibée et les laines étrangères, soumises d'abord à un droit de 20 pour 100, avaient été ensuite admises en franchise ; il est vrai que la guerre ne laissait pas aux négociants le loisir d'en introduire beaucoup. Ce régime douanier est celui qu'on désigne sous le nom de colbertisme, régime étroit, peu conforme au principe d'égalité que la Révolution avait proclamé, mais du moins plus logique que le système de la protection ; car, en retenant, d'une part, la matière première créée dans le pays et en facilitant l'achat de cette même matière à l'étranger ; d'autre part, en protégeant le produit par un droit à l'importation sur le produit similaire de l'étranger, il tendait par trois moyens au même but : favoriser la manufacture nationale.

Le système de protection que les grands propriétaires, soutenus par les grands manufacturiers, firent prévaloir sous la Restauration, était beaucoup moins logique. En mettant un droit, dit protecteur, à la fois sur la laine brute et sur le tissu, ce système retirait en réalité d'une main la faveur qu'il accordait de l'autre à l'industrie, et il faisait peser un impôt sur toute la consommation. Le droit à l'importation de la laine a été durant la période protectionniste de 30 à 20 pour 100 de la valeur (1).

Lorsqu'on discutait la loi du 7 juin 1820, qui favorisait la sortie des laines indigènes et imposait un droit à l'entrée des tissus et des laines brutes, le débat fut vif à la Chambre des députés. Les manufacturiers voulaient bien le droit sur les tissus et ils avaient, malgré le ministère, exigé la prohibition absolue des châles étrangers ; mais ils réclamaient énergiquement, au nom de la logique particulière de leur industrie, contre le droit sur la matière première. Cependant, quand on en vint au vote, il se trouva 185 boules blanches contre une seule boule noire ; l'assemblée ne put s'empêcher de rire d'un accord si parfait, après un débat aussi animé ; il y avait au fond, sur la question de protection, un sentiment à peu près unanime chez les grands propriétaires comme chez les grands manufacturiers,

Le fait le plus remarquable de l'histoire de l'industrie lainière dans la première moitié du XIXe siècle est assurément la diminution du prix des tissus.

Dans un tableau graphique, qui est un des documents les plus instructifs sur la question, un manufacturier de Reims. M. Poulain, ancien maire et ancien président de la Chambre de commerce, a clairement mis en lumière les variations qui se sont produites à cet égard. Le mérinos, qui est en quelque sorte l'étoffe-type de la fabrication rémoise et qui remonte à l'année 1804, a été vendu, jusqu'en 1816, 16 francs le mètre ; il ne valait plus que 4 francs en 1830. Il ne valait plus que 3 fr. 50 en 1850 ; il ne vaut pas aujourd'hui plus de 1 fr. 75 à 1 fr. 45, quoique le poids ne soit pas moindre et que le tissu soit mieux fait (1).

Il eût été impossible de descendre à un tel bon marché avec les prix auxquels se maintint la matière première pendant presque tout l'Empire : la laine de Champagne, lavée à dos, coûtait plus de 15 francs le kilogramme en 1808. Mais, heureusement pour la fabrique et pour la consommation, les moutons mérinos, comme nous l'avons dit, avaient augmenté en nombre et la toison en poids ; les éleveurs s'étaient fait concurrence sans parvenir à satisfaire la demande, rapidement croissante, de la fabrique.

L'importation de la laine étrangère avait fini par s'accroître ; malgré les barrières de douanes, elle était de 40 à 50 millions de francs, de 1841 à 1846. La laine de Champagne, lavée à fond, qui s'était maintenue, de 1804 à 1813, entre 16 fr. 25 et 12 fr. 20 le kilogramme, avait retrouvé encore, après la crise de 1815, ces prix élevés jusqu'en 1818. Elle tomba au-dessous de 8 francs, en 1841 et en 1842 (2).

Cette diminution, qui était d'environ moitié, a secondé, mais elle n'explique pas entièrement la diminution du prix.

(1) Droit de 20 pour 100, de 1820 à 1823 ; droit de 60 francs par quintal, de 1823 à 1826 ; droit de 30 pour 100, de 1826 à 1832 ; droit de 20 à 22 pour 100, de 1832 à 1852 ; droit de 15 pour 100 de la valeur, de 1852 à 1856 ; droit de 10 à 16 fr. 25 par quintal, soit de 4 pour 100, de 1856 à 1860.

(1) Voir le *Tableau synoptique de l'industrie lainière* (1789 à 1879), par M. Poulain.

(2) Voir le *Tableau synoptique de l'industrie lainière*. Ce tableau donne la courbe du prix de la laine de Champagne lavée à fond. On y voit clairement marquées, non seulement les influences particulières qui ont agi sur l'industrie de la laine, depuis la fin du dernier siècle, mais les influences générales qui ont agi sur la richesse de notre pays. Presque toutes les courbes relatives à une des manifestations de la richesse nationale donnent d'ailleurs des résultats semblables : elles se confirment les unes les autres.

C'est ainsi qu'on voit, en 1789, le prix du kilogramme de cette laine à 6 fr. 75. Il monte, pendant deux ans, sous l'influence des assignats, monnaie dépréciée ; puis il descend sous l'influence de la crise révolutionnaire, ne se relevant qu'accidentellement en 1794 et en 1795, peut-être par suite des commandes de draps pour les armées. Il se tient, durant cette période, entre 7 fr. 50 et 5 francs.

Il s'élève rapidement de 1801 à 1804, avec la reprise du travail. L'emploi des laines fines pour la fabrication du mérinos, joint à la rareté de la matière à cette époque, le maintient pendant tout l'Empire entre 12 fr. 45 et 15 fr. 60 ; l'année 1809 marque l'apogée. La crise de 1805-1806 et celle de 1811 y sont marquées par des dépressions de prix. Celle de 1814 est beaucoup plus profonde : le prix descend au-dessous de 9 francs.

Sous la Restauration, le prix se relève jusqu'à 14 fr. 50. Mais la crise de 1818, qui suivit l'effort fait pour la libération du territoire, le fait tomber jusqu'à 8 francs en 1820. La laine mérinos est devenue moins rare : on ne revoit plus les prix de l'Empire. Pendant la Restauration et le règne de Louis-Philippe, les prix les plus élevés, correspondant toujours aux époques de grande activité commerciale, sont : en 1825, 11 fr. 25 ; en 1834, 12 francs ; en 1839, 10 fr. 40 ; en 1845, 9 fr. 30. Mais, aux époques de crise, il descend jusqu'à des prix voisins de ceux de 1789 : 7 fr. 25 en 1829, 7 fr. 10 en 1831, 6 fr. 80 en 1837 et même 5 fr. 30 en 1849.

Sous le second Empire, le prix ressent d'abord l'influence de l'activité commerciale ; il monte jusqu'à 10 francs en 1860, non d'une progression régulière, mais en accusant, par de légères dépressions, les crises de 1851, de 1854, de 1858. C'est pourquoi, sur le *Tableau synoptique*, les mouvements de cette courbe coïncident d'une manière à peu près régulière avec les mouvements de la courbe des importations de laines étrangères et surtout avec ceux des exportations de tissus de laine français.

Après 1860, le prix s'abaisse visiblement, sous l'influence de l'ap-

du tissu. Elle rend encore moins compte de la façon du kilogramme de fil ordinaire de trame, qui, de 32 francs, sous le premier Empire, était descendu à 16 francs en 1827, à 4 fr. 50 en 1846, et à moins de 1 fr. en 1879, quoiqu'il y eût eu une augmentation très notable dans les salaires depuis 1850.

C'est précisément dans le progrès de la mécanique, prenant alors possession de la manufacture, qu'il faut chercher l'explication de ces faits (1). Comme la mécanique s'était appliquée à la filature beaucoup plus qu'au tissage pendant cette période, la façon du fil en avait, plus que le tissu, senti l'effet bienfaisant.

Sous le régime de la concurrence, la quantité de la production et la valeur de la marchandise ne sont pas réglées par la volonté d'un individu ou d'une seule des parties contractantes. Il y a des enchaînements de faits qui sont la manifestation d'une loi économique et auxquels doivent se plier les intérêts privés.

Les éleveurs de moutons n'avaient pas plus le moyen de maintenir les hauts prix de la laine sur un marché mieux approvisionné par les nationaux et par les étrangers que les fabricants n'avaient celui de vendre en 1830, au prix de 1815, leur mérinos fabriqué avec du fil à la mécanique. Ceux qui, en pareil cas, ont l'art de s'accommoder aux circonstances et de suivre le progrès, ceux surtout qui savent le faire naître et le conduire, prospèrent; ceux qui résistent ou qui s'attardent, languissent et inclinent vers la ruine.

Le fait dominant alors était donc la science fournissant des armes plus puissantes à une industrie qui, devenue libre, pouvait les employer et les changer à son gré. D'ordinaire ceux qui marchaient dans la voie de la science triomphaient; ceux qui ne le pouvaient ou ne le voulaient pas souffraient. Il y a eu des vaincus dans cette lutte du progrès; mais la fortune du pays s'est accrue. C'est là le secret de l'abaissement des prix; il explique en même temps l'accroissement de la consommation des tissus et celui de la demande de matière première, qui étaient, en grande partie, les causes ou les conséquences de cet abaissement.

Dans la seconde moitié du XIXe siècle, pendant que la science continuait à perfectionner l'outillage et que le tissage se transformait comme s'était transformée la filature, deux autres faits considérables se sont accomplis et ont encore changé les lois économiques qui régissaient le marché de la laine : les chemins de fer et la multiplication de la race ovine dans l'hémisphère austral. C'est sur les conséquences de ces derniers faits que je me propose surtout de fixer votre attention.

Quand je parle de la France je devrais ajouter un troisième fait : les traités de commerce. Mais les traités de 1860 et des années suivantes, quelque rôle important qu'ils aient joué dans l'économie commerciale de notre pays, doivent être considérés, dans ce cas particulier, comme une conséquence, ou du moins comme un fait subordonné et d'ordre secondaire. Si la laine n'avait pas été si abondante et n'avait pas pu être transportée si facilement, le traité avec l'Angleterre n'aurait exercé à cet égard qu'une influence médiocre.

Je regarde les chemins de fer, dont le grand réseau en France a été construit depuis l'année 1850, et, en général, l'application de la vapeur au transport, sur mer aussi bien que sur terre, comme étant la cause la plus énergique des changements qui ont lieu de notre temps dans l'état économique des nations civilisées. Depuis la découverte de l'Amérique et le XVIe siècle, il ne s'était pas accompli de révolution aussi importante et aussi générale dans le commerce et dans la condition des propriétés et des personnes. Je dois signaler cette cause; je ne veux pas insister sur les effets qu'elle a produits, il faudrait une longue suite de pages pour les décrire (1).

C'est dans notre siècle que la zone tempérée de l'hémisphère austral a été peuplée de colons européens, ou a été, dans les parties déjà peuplées, ouverte librement aux marines européennes. C'est seulement dans la seconde moitié de ce

---

provisionnement plus large du marché français. La baisse assez marquée d'abord s'arrête pendant les années 1863 et 1864, parce que la pénurie de coton fait rechercher la laine; c'est l'époque où l'exportation des tissus de laine français atteint son maximum. Mais la baisse recommence ensuite et le prix descend jusqu'à 4 fr. 80 en 1869.

Ces années sont d'ailleurs une période de langueur commerciale. Avec la reprise des affaires, à partir de 1871, le prix remonte, en 1874, à 7 fr. 75; mais il ne peut s'y maintenir, et, après quelques oscillations, il est redescendu, en 1879, à 5 fr. 50.

Pendant que, depuis 1860, cette courbe du prix s'abaisse, celle de l'importation des laines étrangères s'élève. Elle s'élevait, depuis 1850, en marquant aussi par des élévations ou des dépressions subites les temps d'activité et les temps de crise : la plus profonde dépression de la courbe de l'importation se rapporte à l'année 1870.

En même temps, la courbe de l'exportation des tissus de laine s'élève aussi en présentant à peu près les mêmes accidents.

Les variations du prix moyen de la laine en suint, à Elbeuf, prix naturellement bien moins élevé, puisqu'il s'agit d'une matière brute, non lavée, et de qualité inférieure, confirment ces données. De 2 fr. 40 le kilogramme en 1832, ce prix baisse à 1 fr. 80 en 1840 et en 1842, remonte en 1845 et 1846 à 2 francs; il tombe de nouveau, en 1848, à 1 fr. 40, pour ne se relever qu'en 1852 à 2 fr. 10. Il atteint son maximum, 2 fr. 45 en 1857, puis redescend jusqu'à 1 fr. 40 en 1869.

(1) En 1800, il y avait à Reims 4 usines hydrauliques avec une force de 90 chevaux; on fabriquait pour 11 millions de francs; en 1860, il y avait 111 machines à vapeur avec une force de 1790 chevaux; on fabriquait pour 60 millions. Le nombre des ouvriers employés au travail de la laine, à Reims et dans la campagne, était, d'après la Chambre de commerce, de 35 000 à la première date, de 98 000 à la seconde.

L'abaissement du prix de façon du fil de trame s'est produit surtout de 1816 (32 francs) à 1848 (2 francs), parce que c'est dans cette période que s'est véritablement constituée la fabrication mécanique. Le prix de façon augmente dans les années suivantes (1849-1853) jusqu'à 3 fr. 50, par suite de l'augmentation des salaires. Puis, de nouveaux moyens perfectionnés (peigneuse Heilmann, etc.) permettent, avec des salaires qui continuent à s'élever, de diminuer encore le prix de fabrication qui descend à 2 francs en 1869, tombe accidentellement à 1 fr. 25 pendant la crise de 1870, pour remonter immédiatement à 2 francs, et s'abaisser ensuite graduellement jusqu'à 0 fr. 95 en 1879.

(1) Ils ont été décrits avec talent dans l'ouvrage de M. Alfred de Foville, *la Transformation des moyens de transport et ses conséquences économiques et sociales,* qui a été récompensé par l'Académie des sciences morales et politiques.

siècle que le commerce de la laine a pris un grand développement dans trois des contrées de cette zone, la colonie du Cap, les États de la Plata, les colonies australasiennes.

Je ne vous fatiguerai pas à écouter l'histoire de l'élevage du mouton dans chacune de ces contrées. Je me contenterai de prendre comme exemple la plus importante des trois, l'Australasie.

Sous ce nom, nous comprenons, avec les Anglais, les sept colonies britanniques de l'Océanie, dont cinq sont situées en Australie, et dont les deux autres occupent la Tasmanie et la Nouvelle-Zélande. L'ensemble présente un territoire d'environ 8 millions de kilomètres carrés et une population (en 1877) de 2 millions et demi d'habitants (1).

L'Australie seule mesure 7 690 000 kilomètres carrés : à peu près les trois quarts de l'Europe. Il s'en faut sans doute de beaucoup que toutes les parties de cet immense territoire soient également propres à l'élevage. Près de la côte orientale, s'étend une longue chaîne, la Cordillère australienne ou Alpes australiennes (dite aussi *Dividing range*, parce qu'elle forme la grande ligne de partage des eaux), médiocrement élevée, projetant ses ramifications et ses terrasses presque jusqu'à la mer. A l'est et au sud de cette chaîne, des vallées et de petites plaines, fertiles pour la plupart, mais trop bien arrosées pour convenir au mérinos; c'est le *costwold* qui s'y acclimate le mieux. A l'ouest, des terrasses bordées de hauteurs, puis des plaines sans fin sur une étendue deux fois grande comme la France, le tout sillonné par un vaste système de cours d'eau qui sont presque à sec en été, et qui aboutissent, la plupart, au Murray; cette contrée convient au mérinos. C'est en effet là qu'il se multiplie le plus facilement, quoique, dans certaines années, il y souffre beaucoup du manque d'eau.

Plus à l'ouest encore, s'étendent de vastes déserts où le manque absolu d'eau laisse peu d'espérance à la colonisation.

On ne retrouve des régions herbeuses et des rivières que dans le voisinage de la côte occidentale et de la côte nord-ouest.

Le 14 janvier 1788, sir Arthur Phillip aborda avec 757 condamnés sur la côte orientale de cette terre que Cook avait, quelques années auparavant, reconnue et nommée Nouvelle-Galles du Sud, parce qu'elle lui rappelait les rivages accidentés et la verdure du pays de Galles. Les Anglais, qui venaient de perdre leurs colonies de l'Amérique du Nord, cherchaient alors à reformer, sur quelque autre point du globe, un centre de colonisation britannique. Le climat était doux; la terre fertile; Sydney fut fondé. Neuf ans après, on y fit venir du Cap les premiers mérinos : 3 béliers et 5 brebis. Mais, pour développer ce germe de richesse, il fallait encore trois conditions : la découverte des plaines situées à l'ouest de la Cordillère, l'accroissement du nombre des habitants, la facilité des relations avec l'Europe.

Les plaines furent découvertes au commencement du siècle par Lachlan et Macquarie (1801), et explorées, dès 1816, par Oxley, puis par Cunningham, Hume et Howell et par leurs continuateurs.

Le progrès de la population qui avait été lent, même après que les colonies eurent obtenu qu'on ne leur envoyât plus de condamnés, reçut tout à coup une vigoureuse impulsion de la découverte des gisements aurifères. Des émigrants abordèrent en foule pour exploiter le précieux métal; beaucoup s'attachèrent à la culture ou au pâturage qui leur offrit des ressources plus amples et plus sûres que la recherche de l'or.

La fréquence des relations fut une conséquence de l'augmentation de la richesse et de la population. Elle a été elle-même facilitée par la construction des clippers, par l'établissement de services à vapeur entre l'Australie, l'Inde et l'Europe, et entre l'Australie et l'Amérique, par le percement de l'isthme de Suez et par la ligne télégraphique qui unit aujourd'hui les sept colonies australasiennes au reste du monde civilisé.

La Nouvelle-Galles du Sud, la colonie qui possède le plus de moutons, n'en avait que 5 millions et demi en 1850; elle en avait 24 millions en 1877 : en un quart de siècle, le nombre avait quadruplé. Les sept colonies d'Australasie possédaient ensemble 23 millions de moutons en 1861; 63 603 000, en 1876; trois fois plus qu'il y a quinze ans : ce qui représente un accroissement moyen annuel de plus de 2 millions et demi (1). Pour un progrès si rapide, il avait

(1) SUPERFICIE ET POPULATION DE L'AUSTRALASIE BRITANNIQUE.

COLONIES.	SUPERFICIE EN KILOMÈTRES CARRÉS.	POPULATION EXPRIMÉE EN MILLIERS D'HABITANTS. 1841.	Déc. 1877.	DENSITÉ EN 1877.
Queensland (Queensland) . . .	1 730 000	2 ?	203	0,10
New South Wales (Nouvelle-Galles du Sud)	800 000	131	662	0,80
Victoria (Victoria).	229 000	20	861	3,80
South Australia (Australie méridionale).	2 840 000	17	237	0,10
West Australia (Australie occidentale)	2 589 000	2 ?	28	0,01
Tasmania (Tasmanie)	67 900	40 ?	107	1,60
New Zealand (Nouvelle-Zélande)	272 000	2 ?	418	1,50
Total en 1877. . . .	8 027 000	214?	2515 (1)	
— en 1871. . . .	»	»	1958	
— en 1861. . . .	»	»	1266	
— en 1850. . . .	»	»	530 ?	

(1) Auxquels il faut ajouter environ 100 000 indigènes, dont 55 000 en Australie et 45 000 en Nouvelle-Zélande.

(1) MOUTONS EN AUSTRALASIE

	1876.	1865.
Queensland.	7 315 074	6 810 000
Nouvelle-Galles du Sud . .	24 503 388	8 132 000
Victoria	11 278 893	8 835 000
Australie méridionale . . .	6 133 291	3 779 000
Australie occidentale . . .	899 494	445 000
Tasmanie.	1 768 785	1 752 000
Nouvelle-Zélande	11 704 853	?
En 1876	63 603 778	»
En 1865	»	35 753 000
En 1861	»	23 741 000

fallu un concours de conditions particulièrement favorables.

Plusieurs de ces conditions se rencontrent dans les deux autres contrées, le Cap et la Plata. Dans aucune des trois, l'homme n'est près d'avoir atteint la limite des ressources que la nature met à sa disposition, et le progrès peut encore, pendant longtemps, suivre la marche progressive qui a déjà signalé les trente dernières années. Les statisticiens estiment que le nombre des moutons existant dans ces contrées est de 164 millions et qu'il est de 211 millions pour l'Europe entière (1). Ils estiment de 250 à 300 millions la production en laine brute dans ces trois contrées (2). Le rendement en laine lavée à fond est très variable, suivant la qualité et la provenance; il ne fournit pas les deux tiers du poids brut en matière propre à la filature. Néanmoins la quantité réellement importée de ces trois contrées est énorme; c'est l'Europe qui la reçoit et l'emploie presque en totalité. En 1878, l'importation en Europe atteignait presque 300 millions de kilogrammes, défalcation faite du mouvement de réexportation (1).

---

(1) La statistique de la race ovine, comme celle du bétail en général, est très imparfaite. Voici cependant le résultat des travaux les plus autorisés sur ce sujet :

NOMBRE DE MOUTONS

(Exprimés par millions).

EUROPE.

PAYS.	PÉRIODE 1828-32 d'après Schnabel.	PÉRIODE 1865-77 d'après M. Neumann-Spallart.	EN 1869 d'après M. Block.	EN 1877 d'après M. de Scherzer.	EN 1871 d'après la géographie de l'Europe de M. Levasseur.	D'APRÈS la statistique internationale (1876).
Royaume-Uni	44,0	32,0	33,8	34	35,0	34,0
Pays-Bas	0,5	0,8	0,8	»	0,9	0,8
Belgique	0,6	0,5	0,5	»	0,6	0,5
France..	29,0	24,0	30,3	24	30,0	25,0
Empire allemand	17,0	25,0	26,0	25	29,5	22,0
Suisse	0,5	0,3	0,4	»	0,4	»
Autriche-Hongrie	12,0	20,0	16,5	16	30,0	20,0
Portugal	1,0	3,0	2,5	»	2,5	2,7
Espagne	13,0	22,0	17,5	22	17,5	22,4
Italie.	»	8,0	11,0	»	9,0	6,0
Grèce.	»	»	1,7	»	2,0	1,2
Turquie.	»	»	»	16	beaucoup	»
Roumanie.	»	»	»	»	5,0	4,7
Suède . . . . / Norvège	2,0	1,0	0,1 / 1,7	»	3,0	1,7
Danemark	1,0	1,8	1,8	»	2,0	1,8
Russie	36,0	48,0	43,7	48	50,0	47,3
Total approximatif. . .	164,0	190,0	»	190	220,0	200,0

PAYS HORS D'EUROPE.

PAYS.	D'APRÈS M. Scherzer.	D'APRÈS M. Neumann-Spallart. (1877)
États-Unis	35,9	35,7
Canada.	»	3,3
Uruguay	20,0	13,0
République Argentine	70,0	57,5
Le Cap.	11,0	»
Australasie	63,6	57,7

(2) Le chiffre de la production de la laine en Europe est encore plus imparfaitement connu que celui des moutons. Voici les évaluations de quelques statisticiens; elles sont faites en général, soit d'après le nombre des moutons (pour l'Europe), soit d'après le commerce extérieur (pour les pays hors d'Europe) :

LAINE BRUTE

(Nombres exprimés en millions de kilogrammes).

	En 1871 d'après *The Economist*.	D'après Kolb.	D'après M. Neumann-Spallart.	D'après M. de Scherzer
Royaume-Uni . . .	72,5	76,0	69,0	80
Pays-Bas	2,7	3,0	»	»
Belgique.	1,6	1,5	2,0	»
France	43,2	45,0	43,0	50
Empire allemand. .	23,6	25,0	35,0	40
Suisse.	0,1	0,6	»	»
Autriche-Hongrie. .	14,0	15,0	24,0	30
Portugal.	»	»	5,0	6
Espagne.	33.5	37,0	33,0	30
Italie	11,2	12,0	10,0	10
Grèce	3,4	3,5	»	1,5
Turquie.	?	»	»	30
Suède.	2,7	3,0	1,5	»
Norvège.	2,8	3,0	»	»
Danemark.	3,1	3,5	»	5
Russie	43,1	37,0	177,0	65
Total	259,3	264,0	390,0	360
Total de l'Europe avec les autres pays non dénommés . .	»	»	405,0	400
				Fourni à l'Europe.
Algérie	»	6,0	»	»
Le Cap	17,2	18,0	21,0	»
Turquie d'Asie . .	»	»	4,0	»
Indes orientales . .	8,4	9,0	11,0	»
États-Unis.	80,3	85,0	94,0	35
États de la Plata. .	62,6	80,0	119,0	100
Pérou.	»	»	3,0	»
Australasie	85,8	90,0	159,0	135
Perse	»	»	»	20
Totaux	»	288,0	411,0	290

(1) LAINE BRUTE

(Nombres exprimés en millions de kilogrammes).

	Importation et exportation. Importation.	Exportation.	Excédent.	Production probable de la laine dans le pays.	Consommation probable dans le pays.
Royaume-Uni. . .	181	93	+ 88	69	157
Pays-Bas.	8	9	— 1	»	»
Belgique.	47	2	+ 45	24,7	
France.	146	27	+ 119	43	163
Empire allemand.	70	22	+ 48	35	83
Suisse.	2	0,5	+ 1,5	»	»
Autriche-Hongrie.	19	8	+ 11	24	35
Italie	6	1	+ 5	11	16
Russie.	3	24	— 21	177	156
Total (environ).	482	183	297	405	702

Cet apport considérable, qui équivaut presque aux trois quarts de la production européenne, devait nécessairement amener de notables changements dans les prix et dans les conditions de l'élevage.

L'agriculture en a senti les effets. Depuis un quart de siècle, elle s'est beaucoup enrichie dans les pays de l'occident de l'Europe; elle nourrit plus de gros bétail; elle fait plus de viande et plus de blé; elle a développé les cultures industrielles et les cultures maraîchères.

Les souffrances temporaires que de mauvaises récoltes lui ont récemment fait éprouver et les difficultés que lui créent certaines concurrences ne doivent pas lui faire oublier l'ensemble des résultats du siècle.

La race ovine est une ombre dans le tableau; la multiplication en a été gênée par la concurrence de la laine étrangère. On s'est bien ingénié à perfectionner ou à transformer les races; la toison pèse maintenant en moyenne dans certaines régions de la France 2 kilogrammes à 2 kilogrammes et demi, au lieu de 1 à 1 1/2; le poids moyen de la viande par animal paraît avoir augmenté dans une proportion considérable (1), enfin un engraissement plus précoce permet de livrer en moins d'années les animaux à la boucherie : double raison d'accroissement de la viande qui, cependant, ne répond encore que d'une manière insuffisante à la consommation toujours croissante. Mais le nombre des moutons a diminué dans plusieurs pays.

LEVASSEUR,
Membre de l'Institut.

Les États-Unis sont le seul pays hors d'Europe qui ait une importation notable.

Les États-Unis consomment, non seulement toute leur laine (exportant à peine 3 millions de kilogrammes) et surtout la laine de Californie, mais ils importent environ 20 millions de kilogrammes de laine de la Plata. Ils consomment en tout environ 113 millions de kilogrammes.

PRODUIT DE LA LAINE DE CALIFORNIE
(D'après M. de Scherzer).

En 1854.	175 000	livres anglaises.
En 1860.	3 055 000	—
En 1870.	20 100 000	—
En 1877.	53 111 000	—

(1) En 1850, le mouton ne donnait que 2 livres 1/2 de laine et 20 livres de viande; aujourd'hui il donne 4 à 5 livres de laine et 70 à 80 livres de viande. Dans le Soissonnais, les toisons atteignent jusqu'à 6 kilogrammes. (Discours de M. Ponsard au concours de Sainte-Menehould en 1875. Cité dans l'*Agriculture et les traités de commerce*, par M. Poulain, p. 36.) — Dans l'enquête faite par la Société nationale d'agriculture, M. Gossin, du département des Ardennes, pense que les bêtes ovines se sont, comme les bêtes bovines, améliorées à peu près dans la proportion de 15 pour 100. M. de Foville dit qu'au commencement du siècle, le mouton de race inférieure ne donnait guère que 1500 grammes de laine par an, et que les races perfectionnées arrivent aujourd'hui à 3 et 4 kilogrammes. (*Économiste français* du 13 février 1875.)

PHYSIQUE

LABORATOIRE DE M. WURTZ

CONFÉRENCE DE M. J. MOUTIER

Sur les changements d'état non réversibles.

Messieurs,

Je vais vous entretenir aujourd'hui des changements d'état non réversibles. Je désire vous exposer quelques considérations nouvelles relatives à ce genre de transformations et vous soumettre quelques applications particulières à la chimie.

I. — Il faut définir d'abord une opération réversible et une opération non réversible.

Un exemple fera ressortir la différence qui existe entre ces deux opérations bien distinctes. Supposons un gaz contenu dans un cylindre fermé par un piston; lorsque l'équilibre est établi, le piston supporte une pression extérieure égale à la pression intérieure du gaz. Si l'on diminue l'effort exercé sur le piston d'une quantité infiniment petite, le gaz éprouve un accroissement de volume infiniment petit; cette transformation élémentaire est réversible. Si l'on augmente de la même quantité infiniment petite l'effort exercé sur le piston, on ramène le piston à sa position d'équilibre initiale.

Si l'on fait varier en général la pression de quantités successives infiniment petites, de telle sorte que la pression du gaz soit toujours infiniment peu différente de l'effort exercé extérieurement sur le piston, on aura un exemple d'opérations réversibles. Si on part d'un état initial déterminé pour revenir après une série quelconque de transformations réversibles au même état initial, on aura un cycle fermé et réversible.

Au contraire, considérons le même gaz contenu dans le cylindre fermé par le piston et primitivement en équilibre. Si l'on déplace brusquement le piston d'une quantité finie, le gaz se précipite dans le vide qui s'offre à lui; un nouvel état d'équilibre s'établit. En pressant lentement le piston avec une force convenable, on pourra ramener le piston à sa première position d'équilibre, mais la seconde opération diffère essentiellement de la première; la première opération n'est pas réversible. Un cycle fermé n'est pas réversible, lorsque l'une des opérations qui constituent le cycle n'est pas réversible.

La différence qui existe entre les deux sortes de cycles fermés, réversibles et irréversibles, peut se représenter au moyen d'une image très simple. Imaginons un voyageur placé au sommet d'une montagne élevée. Ce voyageur peut descendre la montagne à petits pas; arrivé dans la vallée, il peut gravir de nouveau la montagne et revenir au point de départ : le cycle est fermé et réversible. Si le même voyageur placé au sommet de la montagne et séduit par la beauté du paysage qui l'environne ou pris seulement de vertige se laisse tomber au fond d'un précipice ouvert à ses pieds, il pourra peut-être, s'il n'est pas survenu d'accident sérieux, gravir de nouveau la montagne et revenir au point de départ : le cycle est alors fermé et non réversible.

Lorsqu'un corps parcourt en général un cycle fermé et réversible, le corps possède à chaque instant une vitesse insensible; au contraire, dans le cas des cycles fermés et irré-

versibles, le corps peut prendre à un instant donné des vitesses sensibles.

Étant donné un cycle fermé, il est possible dans beaucoup de cas de savoir si le cycle est réversible ou non; mais, dans d'autres cas, il peut être difficile au contraire de décider si le cycle est réversible ou irréversible.

On doit à M. Clausius, dont le nom se retrouve chaque fois qu'il s'agit d'un grand progrès de la thermodynamique, un théorème très général qui établit au point de vue de la chaleur une distinction très nette entre les deux sortes de cycles.

Pour opérer une transformation élémentaire d'un corps quelconque à une certaine température, il faut en général fournir au corps une certaine quantité de chaleur; appelons élément de transformation le quotient de cette quantité de chaleur par la température absolue à laquelle s'accomplit la transformation élémentaire. Le théorème de M. Clausius consiste en ceci : 1° lorsqu'un cycle fermé est réversible, la somme algébrique des éléments de transformation est nulle. Cette propriété est la généralisation la plus complète du théorème de Carnot; 2° lorsqu'un cycle fermé n'est pas réversible, la somme algébrique des éléments de transformation est négative.

Dans le premier cas, celui du cycle fermé réversible, les vitesses des différents points du corps à chaque instant ont des valeurs insensibles, la somme des éléments de transformation est nulle. Dans le second cas, celui d'un cycle fermé irréversible, les vitesses des différents points du corps n'ont pas à chaque instant des valeurs insensibles; ces vitesses peuvent avoir des valeurs finies, que nous ne connaissons pas, et alors, au lieu d'une égalité, on a une inégalité. Par suite de ces vitesses sensibles, la somme des éléments de transformation est toujours négative.

Le théorème de M. Clausius nous fournit donc un criterium de la réversibilité des cycles fermés; ce théorème remarquable est donc le réactif, passez-moi cette expression, qui permettra de reconnaître si un cycle fermé est réversible ou irréversible.

II. — Considérons un phénomène très simple, la transformation d'un liquide en vapeur saturée.

Lorsqu'un liquide à une température invariable est soumis à la pression exercée par sa vapeur saturée, on sait que l'on peut à cette température réduire le liquide en vapeur saturée ou ramener la vapeur saturée à l'état liquide ; il suffit pour cela de fournir de la chaleur au liquide ou d'enlever de la chaleur à la vapeur. C'est un des phénomènes les plus connus de la physique.

On a coutume de représenter la relation qui existe entre la pression d'une vapeur saturée et la température au moyen d'une courbe qui a pour abscisses les températures et pour ordonnées les pressions de la vapeur. Ces courbes de tension de vapeur sont très connues.

En thermodynamique, on représente ordinairement l'état d'un corps par la position d'un point que l'on appelle point figuratif; prenons pour abscisse du point figuratif la température du corps, pour ordonnée du point figuratif la pression supportée par le corps.

Le point figuratif peut occuper, dans le plan de la courbe des tensions de vapeur, différentes positions par rapport à cette courbe. D'abord, lorsque le point figuratif est situé sur la courbe des tensions de vapeur, le phénomène de la vaporisation en ce point, c'est-à-dire dans les conditions correspondantes de température et de pression, est un phénomène réversible, le liquide peut se vaporiser, la vapeur peut se condenser.

En est-il de même lorsque le point figuratif n'est pas sur la courbe des tensions de vapeur, lorsque ce point occupe dans le plan des positions situées de part et d'autre de la courbe de tensions de la vapeur?

C'est la première question que j'ai dû me poser. En considérant certains cycles fermés et en appliquant à ces cycles le théorème de M. Clausius, j'ai démontré les propriétés suivantes (1) :

1° Pour tous les points du plan situés en dehors de la courbe de tension des vapeurs, le changement d'état n'est pas réversible. La courbe des tensions de vapeur est le lieu des points pour lesquels le changement d'état est réversible.

2° Pour tout point du plan situé à droite de la courbe des tensions de vapeur, le liquide peut se vaporiser, la vapeur ne peut pas se condenser; le seul changement d'état possible est la vaporisation du liquide.

3° Pour tout point du plan situé à gauche de la courbe des tensions de vapeur, le liquide ne peut pas se vaporiser, la vapeur peut se condenser, le seul phénomène possible est la condensation de la vapeur.

Il importe de bien préciser ces propositions. Lorsque le point figuratif occupe une position déterminée dans le plan, les théorèmes précédents ne disent pas ce qui se passera dans cette position du point figuratif, c'est-à-dire à une température et à une pression déterminées; ils indiquent seulement ce qui pourra se passer, ils donnent la nature du changement d'état possible à la température et à la pression considérées.

Il faut aller plus loin; il ne suffit pas en effet de savoir si une transformation est possible, il faut connaître les conditions nécessaires et suffisantes pour que la transformation s'accomplisse.

Les conditions nécessaires sont faciles à préciser. La théorie conduit à cette proposition :

1° A droite de la courbe des tensions de vapeur, le seul changement d'état possible, la vaporisation, a lieu avec absorption de chaleur.

2° A gauche de la courbe des tensions de vapeur, le seul changement d'état possible, la condensation de la vapeur, a lieu avec dégagement de chaleur.

Les conditions suffisantes sont bien plus difficiles à préciser, elles varient avec les diverses circonstances qui accompagnent le phénomène. J'exprimerai mieux ma pensée en considérant un cas particulier : je supposerai que l'on ait une vapeur et qu'on agisse sur cette vapeur en augmentant graduellement la pression à une température supposée constante.

Les expériences de M. Andrews, confirmées depuis et étendues par M. Cailletet, nous montrent la diversité des phénomènes que l'on peut obtenir par l'accroissement de la pression à température constante. Prenons pour exemple l'acide carbonique à une température inférieure à 31 degrés, sous une pression initiale très faible. Supposons qu'on augmente graduellement la pression en maintenant la température constante, le point figuratif décrit alors une ligne parallèle à l'axe des pressions. Tant que le point figuratif est au-dessous de la courbe des tensions de la vapeur d'acide

(1) *Bulletin de la Société philomathique*, 6e série, t. XIII, p. 5, 11, 49; 7e série, t. I, p. 39.

carbonique, le gaz ne se liquéfie pas; nous le savons d'après ce qui précède. Mais lorsque le point figuratif atteint la courbe des tensions de vapeur, le gaz se liquéfie.

Au contraire, si l'acide carbonique est pris à une température supérieure à 31 degrés, en partant d'une pression initiale très faible et en maintenant la température constante, un accroissement de pression ne peut pas liquéfier le gaz, non seulement lorsque le point figuratif est au-dessous de la courbe des tensions de vapeur, mais encore lorsque le point figuratif atteint la courbe ou même la dépasse. Sur la courbe des tensions de vapeur de l'acide carbonique liquide, la liquéfaction du gaz est possible en général; elle n'a pas lieu dans l'expérience de M. Andrews lorsque le gaz est soumis à une pression croissante à température constante, même lorsque cette pression devient notablement supérieure à la tension de la vapeur saturée d'acide carbonique liquide à la température considérée.

Au-dessous de 31 degrés, la liquéfaction de l'acide carbonique est possible par la pression seule à température constante; au-dessus de 31 degrés, la liquéfaction devient impossible par la pression seule à température constante. M. Andrews a désigné cette température de 31 degrés sous le nom de température critique de l'acide carbonique.

Je n'ai pas besoin d'insister sur ce résultat remarquable, qui permet d'envisager la question des vapeurs sous un nouveau jour. On a cru pendant bien longtemps, on a enseigné et on enseigne peut-être encore qu'une vapeur se condense nécessairement lorsque la pression de cette vapeur devient supérieure à la tension de la vapeur saturée en supposant la température constante. Les expériences de M. Andrews montrent qu'il faut restreindre beaucoup cette manière de voir prématurée; on ne peut objecter ici que l'acide carbonique ne peut pas être obtenu à l'état liquide au-dessus de 31 degrés; Regnault a mesuré les tensions de vapeur de l'acide carbonique liquide jusqu'à 42 degrés.

La thermodynamique rend compte des phénomènes divers que l'on obtient de part et d'autre du point critique, lorsqu'on opère par pression seule, sans faire varier la température. J'ai recueilli déjà un certain nombre de propositions (1), qui permettront, je l'espère, d'expliquer d'une manière très simple ces phénomènes, dont la découverte est encore récente, et qui permettront de préciser les conditions suffisantes pour qu'un changement d'état s'accomplisse par l'effet seul de la pression en maintenant la température constante; je laisserai de côté aujourd'hui cette partie de la question pour y revenir plus tard d'une manière spéciale. Je vous demande la permission de ne pas insister sur ce point pour le moment.

J'ai considéré le changement d'état le plus facile à concevoir, la vaporisation d'un liquide ou le phénomène inverse, la condensation de sa vapeur. Les théorèmes précédents sont généraux; ils s'appliquent toutes les fois qu'un corps peut se présenter à la même température sous deux états différents et lorsque le changement d'état est limité par une valeur de la pression qui dépende uniquement de la température. Si l'on désigne par A et A' les deux états du corps à une même température et si l'on suppose que le passage de l'état A à l'état A' absorbe de la chaleur, il suffit de remplacer, dans ce qui précède, le liquide par l'état A du corps, la vapeur par le second état A' du même corps. Les théorèmes précédents conservent leur signification, quelle que soit d'ailleurs la forme des courbes de pression.

(1) *Bulletin de la Société philomathique*, 7ᵉ série, passim.

Avant de terminer ce premier point et de passer aux applications de cette propriété fondamentale des changements d'état réversibles, je suis heureux de pouvoir vous citer une proposition intéressante due à un jeune physicien, M. Gustave Robin, qui complète utilement les propositions précédentes (1).

M. Gustave Robin a déduit des principes de la thermodynamique la proposition suivante : au-dessus d'une courbe de transformation, la seule transformation possible a lieu avec diminution de volume; au-dessous de la courbe de transformation, la seule transformation possible a lieu avec augmentation de volume.

Dans le cas particulier de la vaporisation, la condensation de la vapeur, qui se produit à gauche de la courbe de vaporisation et par suite au-dessus de cette courbe, a lieu avec diminution de volume; la vaporisation du liquide, qui se produit à droite de la courbe de vaporisation et par suite au-dessous de cette courbe, a lieu avec accroissement de volume.

La proposition de M. Robin, jointe à la proposition générale indiquée précédemment, peut servir utilement à déterminer la forme générale des courbes de transformation.

Prenons comme exemple la vaporisation. Admettons que l'expérience nous ait fait connaître les trois propriétés suivantes : 1° le phénomène de la vaporisation est limité par une tension de la vapeur qui dépend uniquement de la température; 2° la condensation de la vapeur à une certaine température et à une certaine pression a lieu avec dégagement de chaleur; 3° cette condensation a lieu avec diminution de volume.

Si l'on prend sur le plan le point figuratif qui correspond à la température et à la pression considérées, lorsque la condensation de la vapeur s'est produite, on peut conclure des propositions précédentes que le point figuratif est à gauche de la courbe et au-dessus de cette courbe; on peut donc conclure de là que la courbe des tensions de vapeur a une ordonnée croissante, lorsque la température s'élève. Cela ne fait aucun doute pour les vapeurs, mais la remarque est générale et s'applique à toutes les transformations; elle peut être utile dans certains cas où l'expérience ne fait pas connaître directement les éléments nécessaires au tracé de la courbe des transformations.

III. — La fusion offre un second exemple d'un changement d'état physique soumis à l'influence de la pression.

M. J. Thomson a montré, comme conséquence du théorème de Carnot, que la température de fusion d'un corps est liée à la pression supportée par le corps. Un accroissement de pression a pour effet d'abaisser ou d'élever le point de fusion d'un corps solide suivant que le corps solide en fondant diminue ou augmente de volume. Les expériences de MM. W. Thomson et Joule sur l'eau, de M. Bunsen sur le blanc de baleine et la paraffine, ont fourni des vérifications expérimentales de la justesse des prévisions théoriques de M. J. Thomson.

Si l'on prend, comme on l'a fait dans le cas des vapeurs, pour abscisses les températures, pour ordonnées les pressions qui correspondent aux températures de fusion, le zéro de

(1) *Bulletin de la Société philomathique*, 7ᵉ série, t. IV, p. 24.

l'échelle centigrade ou la température de fusion de la glace sous la pression de l'atmosphère donne un point de la courbe de fusion de la glace. Le théorème de Carnot fournit la tangente à la courbe de fusion en ce point.

Si l'on étend à la fusion les propositions énoncées pour le cas général de transformations soumises à la pression, la courbe de fusion divise le plan en deux régions. A droite de la courbe de fusion, le seul changement d'état possible est la fusion du corps solide; cette fusion a lieu avec absorption de chaleur. A gauche de la courbe, le seul changement d'état possible est la solidification; elle a lieu avec dégagement de chaleur. Le point de fusion d'un corps solide, sous une pression déterminée, est la température unique à laquelle le phénomène de la fusion du corps solide est réversible.

Les considérations précédentes permettent de concevoir, au point de vue de la thermodynamique, l'élégante méthode imaginée par M. Gernez pour déterminer avec une grande exactitude le point de fusion d'un corps solide (1).

M. Gernez a déterminé ainsi le point de fusion du soufre. Le soufre est fondu sous la pression de l'atmosphère et refroidi à l'état de surfusion à une température inférieure au point de fusion; en projetant dans le soufre surfondu un fragment de soufre solide, on détermine la solidification du soufre. Si l'on répète la même expérience sur le soufre surfondu porté à des températures successivement plus élevées, le soufre se solidifie tant que la température est inférieure à une certaine valeur limite que M. Gernez appelle le point de solidification du soufre : au-dessus de cette température, la présence d'un fragment de soufre solide ne détermine plus la solidification.

L'interprétation de cette méthode expérimentale, susceptible d'une très grande précision, est facile au point de vue de la thermodynamique. Il suffit de tracer une droite parallèle à l'axe des températures qui figure la pression constante sous laquelle peuvent s'effectuer les changements d'état. Pour tout point de cette droite situé à gauche de la courbe de fusion, la solidification du soufre surfondu est possible; elle l'est encore sur la courbe de fusion; mais, à droite de cette courbe, la solidification devient impossible. La température de fusion d'un corps, d'après ce qui précède, est donc la température maximum à laquelle, sous une pression considérée, la solidification du corps surfondu peut se produire; le point de solidification défini par M. Gernez coïncide donc avec le point de fusion.

Dans le cas de la glace, l'ordonnée de la courbe de fusion s'abaisse lorsque la température s'élève; dans le cas des substances solides qui augmentent de volume en fondant, l'ordonnée croît lorsque la température s'élève. On peut vérifier, comme l'a fait voir M. Robin, que, dans les deux cas, au-dessus de la courbe, le seul changement d'état possible a lieu avec diminution de volume, tandis qu'au-dessous de la courbe de fusion le seul changement d'état possible correspond à un accroissement de volume.

IV. — Le phénomène de la dissociation, lorsqu'il existe une tension de dissociation qui soit une fonction seule de la température, fournit un autre exemple de changement d'état, auquel les propositions précédentes sont directement applicables.

M. H. Sainte-Claire Deville, en faisant connaître le phénomène de la dissociation, a indiqué du premier abord l'analogie de ce phénomène avec le phénomène de la vaporisation; il a tracé avec une admirable netteté et une sûreté incomparable la marche à suivre dans l'étude de la dissociation au point de vue de la thermodynamique.

Les expériences classiques de M. Debray sur la dissociation du carbonate de chaux ont permis de tracer une courbe des tensions de dissociation du carbonate de chaux analogue aux courbes des tensions de vapeur. Les recherches de M. Isambert sur la dissociation des chlorures ammoniacaux ont donné de nombreux exemples de courbes analogues, dont l'allure générale est celle des courbes de tension des vapeurs.

Le théorème de Carnot est directement applicable à la dissociation, si l'on remplace la tension de vapeur saturée par la tension de dissociation; les conséquences relatives aux changements d'état irréversibles s'appliquent également à la dissociation, lorsqu'il existe une tension de dissociation qui soit fonction uniquement de la température. Sans insister sur l'extension des propriétés précédentes au cas de la dissociation, il peut être utile d'examiner au point de vue particulier de la théorie des changements d'état irréversibles un cas très digne d'intérêt.

M. Debray a fait voir que la décomposition de certains carbonates, tels que les carbonates de plomb et de magnésie, n'est pas limitée par la pression (1). La décomposition des carbonates sous l'influence de la chaleur offrirait donc deux types de réaction : la décomposition de certains carbonates serait limitée par la pression, la décomposition des autres carbonates serait au contraire illimitée. La question est délicate; l'expérience seule paraît au premier abord devoir trancher la difficulté. Sans avoir la prétention de résoudre ce difficile problème, permettez-moi cependant de présenter quelques considérations empruntées à la thermodynamique (2).

Prenons comme exemple le carbonate de chaux, si bien étudié par M. Debray; la courbe des tensions de dissociation s'élève lorsque la température augmente.

Supposons que nos procédés d'expérimentation soient limités par des valeurs particulières de la température et de la pression telles que le point figuratif soit obligé de rester à l'intérieur d'une courbe M fermée et entièrement tracée dans la région qui s'étend à droite de la courbe des tensions de dissociation du carbonate de chaux. Quelle sera alors l'histoire du carbonate de chaux dans la région M qui nous occupe?

« Le carbonate de chaux est décomposable par la chaleur. Cette décomposition a lieu avec absorption de chaleur, elle n'est pas limitée par la pression. L'acide carbonique ne se combine pas directement avec la chaux. »

Supposons, au contraire, que nos moyens d'observation soient limités par d'autres valeurs de la pression et de la température, telles que le point figuratif reste enfermé dans l'intérieur d'une courbe M' située à gauche de la courbe des tensions de dissociation du carbonate de chaux. On lira alors dans les traités de chimie :

« Le carbonate de chaux est indécomposable par la chaleur. L'acide carbonique se combine directement avec la

(1) *Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences*, t. LXXXII, p. 1151.

(1) *Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences*, t. LXXXVI, p. 513.

(2) *Bulletin de la Société philomathique*, 7e série, t. III, p. 31.

chaux. Cette combinaison a lieu avec dégagement de chaleur; elle n'est pas limitée par la pression. »

Fort heureusement, les pressions et les températures accessibles à l'expérience peuvent varier entre des limites assez étendues pour rectifier l'histoire du carbonate de chaux; la belle expérience de M. Debray nous a donné une étude complète du corps au point de vue de la chaleur. Mais pour les autres carbonates, dont la décomposition paraît illimitée au point de vue expérimental, ne peut-on pas interpréter le résultat des expériences en admettant que nos moyens d'investigation soient limités dans la production des températures et des pressions, de telle sorte que nous ne connaissions aujourd'hui qu'une courbe analogue à la courbe M? La décomposition des carbonates de plomb et de magnésie peut être interprétée de deux façons différentes dans l'état actuel de nos connaissances : il en est de même dans les réactions chimiques que l'on regarde aujourd'hui comme étant illimitées.

Lorsqu'il est question d'une décomposition limitée, comme celle du carbonate de chaux, on dit souvent que la décomposition de ce corps est limitée par l'action inverse, la combinaison de l'acide carbonique avec la chaux. Ce langage très séduisant ne donne pas la raison du phénomène. Si la décomposition du carbonate de chaux est un phénomène limité par la pression de l'acide carbonique, s'il existe une courbe des tensions de dissociation du carbonate de chaux, cette courbe divise le plan en deux régions, à chacune desquelles correspondent des actions inverses l'une de l'autre, lorsqu'un changement d'état s'effectue dans l'une ou l'autre de ces régions.

Mais, on l'a vu précédemment, de pareils changements d'état ne sont nullement nécessaires. Si le point figuratif va, par exemple, de la région M' à la région M, si l'on part du carbonate de chaux, on ne pourra observer aucune décomposition du carbonate de chaux par la chaleur tant que le point figuratif sera à gauche de la couche des tensions de dissociation; lorsque le point figuratif rencontre la courbe ou passe à droite de cette courbe, la décomposition du carbonate de chaux par la chaleur deviendra un phénomène possible, mais sans être nécessaire. De même, si le point figuratif va de la région M' à la région M, si l'on part de l'acide carbonique et de la chaux, on ne pourra pas combiner la chaux avec l'acide carbonique tant que le point figuratif sera à droite de la courbe; lorsque le point figuratif atteint la courbe ou se déplace à gauche de cette courbe, la combinaison de l'acide carbonique avec la chaux devient un phénomène possible sans être nullement nécessaire.

Dans l'étude de la dissociation, on a fait intervenir le principe de la vitesse des réactions. Dans les questions d'équilibre chimique, où la thermodynamique intervient comme dans les changements d'état physique, vaporisation ou fusion, la notion du temps n'intervient pas; on considère seulement l'équilibre final, sans que cet équilibre puisse être modifié par la vitesse plus ou moins grande avec laquelle le système arrive à l'état d'équilibre final. La rapidité de l'évaporation d'un liquide ou d'un solide, la vitesse des réactions chimiques fournissent dans certains cas des données très utiles relativement au temps nécessaire pour atteindre les états d'équilibre, sans donner aucune indication relativement à ces états d'équilibre eux-mêmes.

V. — M. H. Sainte-Claire Deville a considérablement élargi le cadre de la dissociation en faisant rentrer dans le même ordre de phénomènes la décomposition de la vapeur d'eau par les métaux et la réaction inverse, la réduction des oxydes métalliques par l'hydrogène.

M. H. Sainte-Claire Deville a publié à ce sujet, en 1870, une expérience capitale (1). La vapeur d'eau produite dans un générateur maintenu à basse température passe sur du fer chauffé à une température élevée; l'hydrogène se dégage dans un espace limité. La décomposition s'arrête lorsque l'hydrogène a acquis une tension déterminée. Si l'on diminue cette tension, une nouvelle décomposition de la vapeur d'eau par le fer se produit; si, au contraire, on augmente la tension de l'hydrogène, le phénomène inverse se manifeste, l'oxyde de fer est réduit par l'hydrogène et cette réduction s'arrête lorsque la tension de l'hydrogène a repris sa valeur primitive.

Il s'agit ici, non plus de la décomposition d'un corps par la chaleur en ses éléments ou de la recomposition du corps au moyen de ses éléments, mais bien d'une réaction chimique entre des corps différents. La recomposition de la vapeur d'eau par le fer et la réduction de l'oxyde de fer par l'hydrogène se trouvent ramenées, comme le fait remarquer l'auteur de cette belle découverte, à un simple problème d'hygrométrie. Les propositions énoncées précédemment au sujet des changements d'état irréversibles trouvent ici une nouvelle application. Sans insister sur l'énoncé particulier de ces propositions, dans ce cas particulier, il y a cependant deux points qui méritent de fixer l'attention au point de vue de la théorie de la chaleur.

Pour expliquer l'existence de ces phénomènes inverses, la décomposition de la vapeur d'eau par le fer et la réduction de l'oxyde de fer par l'hydrogène à une même température, on faisait intervenir autrefois la notion des masses agissantes. M. H. Sainte-Claire Deville a démontré péremptoirement l'inanité de cette explication acceptée pendant longtemps sans conteste; à la même température, il suffit de faire varier infiniment peu dans un sens ou dans l'autre la pression de l'hydrogène relative à l'état d'équilibre pour amener des réactions chimiques inverses l'une de l'autre.

La notion du rapport des masses agissantes est donc insuffisante pour l'explication des phénomènes; mais, comme cette notion des masses agissantes a repris dans ces derniers temps une certaine importance, il n'est peut-être pas inutile de l'examiner au point de vue des phénomènes thermiques qui peuvent résulter de l'inégale proportion des masses agissantes.

Prenons un exemple très simple, l'action de l'acide nitrique monohydraté sur le cuivre. Si l'on plonge un petit copeau de cuivre dans l'acide nitrique monohydraté, le cuivre se recouvre d'une couche verte de nitrate de cuivre, et l'action de l'acide s'arrête presque aussitôt. Si l'on ajoute successivement, à des intervalles de temps convenables, d'autres copeaux de cuivre, on peut remplir presque entièrement de cuivre le verre à pied qui renferme l'acide, sans observer d'action vive, et on peut dire que le cuivre se conserve sans altération notable dans l'acide nitrique monohydraté à la température ordinaire.

Au contraire, si l'on projette instantanément la même quantité de cuivre dans la même quantité d'acide, des vapeurs rutilantes se dégagent avec une grande abondance, et l'acide nitrique détruit rapidement le métal.

(1) *Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences*, t. LXX, p. 1105 et 1201; t. LXXI, p. 30.

La différence des deux résultats s'explique aisément. Si l'on chauffe le petit copeau de cuivre, qui se conserve à peu près inaltéré dans une grande masse d'acide nitrique à la température ordinaire, on observe aussitôt le dégagement de vapeurs rutilantes. Si, dans la première expérience, on a pu ajouter successivement des copeaux de cuivre à l'acide nitrique sans provoquer de vapeurs rutilantes, c'est que la chaleur dégagée lors de l'addition de chaque nouvelle quantité de cuivre a pu se dissiper sans déterminer une élévation notable de température du mélange de métal et d'acide. Si, au contraire, dans la seconde expérience on a pu observer un dégagement presque instantané de vapeurs rutilantes, c'est que l'action exercée par l'acide sur la surface très étendue du cuivre a pu déterminer très rapidement une élévation de température du mélange de métal et d'acide suffisante pour déterminer la dissolution du cuivre dans l'acide nitrique.

Dans ces expériences, le rapport des masses des corps agissants, le métal et l'acide, peut entraîner des réactions différentes en donnant lieu à des phénomènes thermiques différents, de sorte que le sens des réactions est déterminé par le sens du phénomène thermique.

En est-il de même pour les états d'équilibre, où la pression intervient? Dans les idées généralement reçues aujourd'hui, on attribue la réduction d'un oxyde métallique par l'hydrogène à ce que l'hydrogène, en se combinant avec l'oxygène de l'oxyde, dégage plus de chaleur que le métal en se combinant avec l'oxygène, de sorte que la réduction d'un oxyde métallique par l'hydrogène est déterminée par cette condition que la réduction de l'oxyde par l'hydrogène dégage de la chaleur.

L'expérience de M. H. Sainte-Claire Deville démontre nettement l'inexactitude de cette manière de voir. A la même température, à la même pression, deux réactions inverses l'une de l'autre, la réduction de l'oxyde de fer par l'hydrogène et la décomposition de la vapeur d'eau par le fer, peuvent se produire. Si la première réaction a lieu avec dégagement de chaleur, la seconde réaction a lieu nécessairement avec absorption de chaleur. Une réaction chimique dans ces conditions de réversibilité n'a donc pas lieu parce qu'elle dégage de la chaleur : l'expérience de M. H. Sainte-Claire Deville en fournit la preuve.

Si l'on accepte d'ailleurs l'analogie que présentent les réactions chimiques limitées avec les phénomènes de changements d'état physique réversibles, et si l'on part de cette idée *a priori* que toute réaction chimique doit nécessairement dégager de la chaleur, il faut admettre aussi que tout changement d'état physique a lieu avec dégagement de chaleur : la vaporisation des liquides et la fusion des solides, qui absorbent de la chaleur, deviennent alors des phénomènes inexplicables. Ces considérations s'appliquent d'ailleurs également au cas de phénomènes non réversibles; l'eau peut se vaporiser à une température donnée sous une pression inférieure à la tension de la vapeur d'eau saturée et cette vaporisation absorbe de la chaleur.

On attribue aujourd'hui une très grande importance à la mesure des quantités de chaleur mises en jeu dans les réactions chimiques; l'ensemble des faits observés semble montrer que les réactions chimiques sont déterminées en général par la production de chaleur. La statistique est favorable à cette conception des phénomènes chimiques; mais la statistique seule est impuissante pour établir une loi aussi importante. On sait, par exemple, que les corps se dilatent en général sous l'influence de la chaleur, et cependant plusieurs corps, l'eau en particulier, peuvent éprouver une contraction sous l'influence de la chaleur.

Si l'on étudiait les différents corps, solides, liquides ou gazeux, au point de vue des phénomènes thermiques que présente la compression de ces corps, et si l'on dressait une liste de tous les corps à ce point de vue particulier, on trouverait certainement que la compression d'un corps dégage en général de la chaleur. La statistique serait favorable à cette conception que la compression dégage de la chaleur, et le fait semblerait d'autant plus facile à expliquer que l'on serait tenté de retrouver dans la chaleur dégagée par la compression l'équivalent du travail externe nécessaire pour produire cette compression.

La thermodynamique a permis de rectifier les idées sur ce point important; les recherches de M. W. Thomson, de M. Joule, ont montré que le phénomène est loin d'être aussi général qu'on pourrait le supposer tout d'abord. On sait aujourd'hui que la compression dégage de la chaleur lorsque les corps se dilatent sous l'action de la chaleur, tandis que la compression d'un corps détermine un refroidissement lorsque le corps se contracte sous l'influence de la chaleur.

De même l'étirement d'un fil produit un abaissement ou une élévation de température, suivant que le fil se dilate ou se contracte sous l'influence de la chaleur. Certainement, tous les fils métalliques se refroidissent lorsqu'on les étire; mais cependant le caoutchouc vulcanisé se réchauffe lorsqu'on l'étire. Ce serait donc une erreur de généraliser, d'après la statistique, les phénomènes thermiques observés dans les fils métalliques; le caoutchouc vulcanisé fait exception. La thermodynamique a permis de formuler d'une manière exacte la loi générale du phénomène; si les fils métalliques et le caoutchouc vulcanisé se comportent au point de vue thermique d'une manière différente sous l'influence d'une traction, cela tient à ce que les fils métalliques se dilatent lorsqu'on les échauffe, tandis qu'au contraire le caoutchouc vulcanisé se contracte sous l'action de la chaleur.

VI. — Les expériences de MM. Troost et Hautefeuille ont ajouté un nouveau chapitre à la dissociation.

La transformation du paracyanogène en cyanogène, opérée en vase clos sous l'influence de la chaleur, est limitée par une tension du cyanogène que MM. Troost et Hautefeuille ont désignée sous le nom de tension de transformation. Cette tension de transformation est une fonction de la température seule; elle croît avec la température. La courbe des tensions de transformation du paracyanogène est analogue aux courbes de tensions de vapeur ou de tensions de dissociation.

On pourrait répéter à propos de cette courbe ce que l'on a dit déjà des opérations réversibles et irréversibles; il suffit d'effectuer un simple changement de mots. Une seule remarque suffira pour justifier l'utilité des considérations précédentes.

Henri Rose avait fait voir depuis longtemps que le paracyanogène chauffé dans un gaz inerte se transforme en cyanogène; le rôle du gaz inerte est d'enlever le cyanogène au fur et à mesure qu'il se produit, ce qui empêche la réaction de se limiter. Ici la transformation du paracyanogène en cyanogène a lieu avec absorption de chaleur, avec accroissement de volume; d'après la théorie précédente, cette transformation ne peut s'effectuer que dans la portion du plan située à droite de la courbe de transformation du paracya-

nogène en cyanogène et à une température déterminée ; cette transformation ne peut s'effectuer que sous une pression inférieure ou au plus égale à la tension de transformation relative à cette température.

MM. Troost et Hautefeuille ont étendu les résultats précédents à d'autres transformations telles que la transformation du phosphore blanc en phosphore rouge ; mais, avant d'aborder ces expériences intéressantes, il est nécessaire d'exposer ici quelques considérations relatives aux tensions de vapeur.

VII. — Un corps peut se présenter à la même température sous l'état solide et sous l'état liquide. Chacun de ces états est caractérisé en général par des valeurs propres des constantes physiques, telles que la densité, le coefficient de dilatation, la chaleur spécifique : en est-il de même pour la tension de vapeur?

On doit à Regnault une série de recherches *entreprises afin de décider si l'état solide ou liquide des corps exerce une influence sur la force élastique des vapeurs qu'ils émettent dans le vide à la même température* (1). L'étude de l'eau, de l'hydrocarbure de brome, de la benzine, a conduit l'éminent physicien à cette conclusion : « On est donc conduit à admettre que *les forces moléculaires qui déterminent la solidification d'une substance n'exercent pas d'influence sensible sur la tension de sa vapeur dans le vide ;* ou plus exactement, *si une influence de ce genre existe, les variations qu'elle produit sont tellement petites qu'elles n'ont pu être constatées d'une manière certaine dans mes expériences.* »

L'acide acétique monohydraté a présenté toutefois une exception. Lorsque cet acide a été débarrassé de l'eau de distillation par une simple cristallisation, les tensions de vapeur de l'acide liquide sont plus faibles que celles de l'acide solide, à température égale. Au contraire, lorsque l'acide acétique a été distillé sur l'acide phosphorique anhydre, la courbe des tensions de vapeur de l'acide solide est constamment au-dessous de celle de l'acide liquide. Regnault explique cette anomalie par la présence de très petites quantités de matières étrangères ; dans le premier cas, en effet, l'acide peut retenir une petite quantité d'eau non combinée ; dans le second cas, l'acide renferme un peu d'acétone.

Les expériences faites sur le chlorure de cyanogène et le chlorure de carbone n'ont pas indiqué de différences entre les tensions de vapeur de ces deux corps à l'état solide et à l'état liquide. Regnault termine ainsi ses recherches : « En résumé, mes expériences prouvent que *le passage d'un corps de l'état solide à l'état liquide ne produit aucun changement appréciable dans la courbe des forces élastiques de sa vapeur ; cette courbe conserve une parfaite régularité avant et après la transformation.* »

J'ai été amené à reprendre l'étude de cette question au point de vue particulier de la thermodynamique. Voici les principaux résultats auxquels je suis arrivé (2).

Lorsqu'un même corps se présente à la même température sous les deux états solide et liquide, les tensions des vapeurs émises en général par le corps sous ces deux états à une même température sont différentes.

La plus grande des deux tensions de vapeur correspond à l'état pour lequel la densité est la plus considérable ; ainsi l'eau liquide est plus dense que la glace, la tension maximum de la vapeur émise par l'eau liquide est supérieure à la tension maximum de la vapeur émise par la glace à la même température.

A zéro, le calcul donne, pour la différence des tensions des vapeurs émises par l'eau liquide et par la glace, le nombre $0^{mm},0003$. Il est donc impossible de déterminer par des mesures directes de tensions de vapeur une pareille différence. Il est donc facile de concevoir que Regnault n'ait pu, malgré la rigueur de ses méthodes, apprécier une pareille différence.

M. J. Thomson a été conduit cependant par la discussion des expériences de Regnault à reconnaître l'existence de deux courbes distinctes de tensions de vapeur pour l'eau liquide et la glace. Il a déduit de cette discussion un fait important : les deux courbes de tensions de vapeur se coupent en un point situé sur la ligne de fusion de la glace. M. J. Thomson a donné à ce point de rencontre remarquable de trois courbes distinctes le nom de *triple point* (1).

L'existence de ce triple point offrait un sujet intéressant de recherches. D'après ce que l'on vient de dire sur la faible différence qui existe entre les deux tensions de la vapeur d'eau, il paraît fort difficile de déduire avec certitude l'existence du triple point des observations des tensions de vapeur. J'ai repris cette étude au moyen des principes de la thermodynamique et j'ai pu démontrer par des considérations théoriques, déduites des principes fondamentaux de la thermodynamique, l'existence du triple point signalée par M. J. Thomson (2).

J'ai pu ajouter en outre cette proposition : si les deux courbes de tensions de vapeur, qui correspondent aux deux états solide et liquide, ont même tangente au triple point, ces courbes sont tangentes en ce triple point à la courbe de fusion du corps solide (3).

Dans le cas de l'eau, les deux courbes de tensions de vapeur ont des ordonnées croissantes avec la température ; les coefficients angulaires des tangentes à ces deux courbes au triple point sont positifs. La courbe de fusion de la glace a une ordonnée décroissante, lorsque la température s'élève ; le coefficient angulaire de la tangente à cette courbe au triple point est négatif. Par suite, les courbes de tensions de vapeur ne peuvent avoir même tangente que la courbe de fusion de la glace au triple point ; ces deux courbes de tensions de vapeur sont donc distinctes.

Ces deux courbes s'écartent peu l'une de l'autre ; à une même température, la différence des ordonnées de ces deux courbes est extrêmement faible, mais cette différence existe. En appliquant les principes de la thermodynamique, on peut démontrer l'existence, déterminer le sens et la valeur de cette différence.

Aujourd'hui l'opinion générale consiste à admettre que les deux courbes de tensions des vapeurs émises par un corps à l'état solide et à l'état liquide sont identiques ; on cite toujours les expériences de Regnault et on leur donne une interprétation forcée. Les principes de la thermodynamique me paraissent en opposition formelle avec l'opinion généra-

(1) *Mémoires de l'Académie des sciences,* t. XXVI, p. 751.
(2) *Bulletin de la Société philomathique,* 6ᵉ série, t. X, p. 41 ; t. XII, p. 38 ; t. XIII, p 60 ; 7ᵉ série, t. I, p. 7 ; t. II, p. 217. — *Annales de chimie et de physique,* 5ᵉ série, t. I, p. 343.

(1) *Philosophical Magazine,* t. XLVII, p. 447. — *Journal de physique,* t. IV, p. 176.
(2) *Bulletin de la Société philomathique,* 6ᵉ série, t. XIII, p. 60.
(3) *Bulletin de la Société philomathique,* 7ᵉ série, t. III, p. 233.

lement accréditée. Il serait certainement très intéressant de mettre la main sur un corps qui puisse se présenter à la même température sous deux états différents et qui puisse offrir deux courbes de tensions de vapeur distinctes; le phosphore me semble offrir un exemple de cette propriété.

VIII. — Depuis que Schrötter a fait connaître la modification remarquable du phosphore blanc, désignée sous le nom de phosphore rouge, les circonstances relatives à la transformation du phosphore blanc en phosphore rouge ont été étudiées par plusieurs chimistes, en particulier par MM. Hittorf, Lemoine, Troost et Hautefeuille.

MM. Troost et Hautefeuille ont établi que la transformation du phosphore blanc en phosphore rouge est limitée par une tension de la vapeur de phosphore, qui dépend uniquement de la température, et que ces savants ont désignée sous le nom de *tension de transformation*.

Ici le phénomène est loin d'être aussi simple que dans le cas du paracyanogène et du cyanogène. Un corps solide donne, dans ce dernier cas, un produit gazeux et la transformation s'arrête lorsque le gaz a acquis une certaine tension qui dépend uniquement de la température. Pour le phosphore, c'est bien autre chose.

Lorsqu'on chauffe le phosphore blanc, ce corps se réduit d'abord en vapeur. C'est un simple phénomène de vaporisation. MM. Troost et Hautefeuille ont pu déterminer la courbe des tensions de vapeur du phosphore blanc entre des températures assez étendues; à la température de 360 degrés par exemple, la tension de vapeur du phosphore blanc est égale à $3^{atm},2$.

Cette vapeur sous l'action prolongée de la chaleur, à la température de 360 degrés, dépose du phosphore rouge et la transformation s'arrête à cette température lorsque la tension de la vapeur de phosphore prend la valeur minimum $0^{atm},6$, que MM. Troost et Hautefeuille ont appelée la tension de transformation du phosphore à cette température de 360 degrés.

En faisant varier la température, on aura donc deux courbes: l'une est la courbe des tensions de vapeur du phosphore blanc, l'autre est la courbe des tensions de transformation du phosphore. Si l'on construit ces deux courbes, comme on le fait habituellement en prenant pour abscisses les températures et pour ordonnées les tensions, la seconde courbe est située à droite de la première.

M. Hittorf a considéré, le premier, la seconde courbe ou la courbe des tensions de transformation du phosphore comme la courbe des tensions maxima de la vapeur de phosphore rouge. Cette opinion n'a pas été acceptée par MM. Troost et Hautefeuille, qui regardent la transformation du phosphore blanc en phosphore rouge comme un phénomène chimique obéissant aux mêmes lois que la dissociation et la vaporisation, venant se placer entre les tensions de dissociation et les tensions des vapeurs.

Le parallélisme entre les phénomènes de dissociation et de vaporisation, signalé par M. H. Sainte-Claire Deville, se retrouve dans les phénomènes de transformation; mais ici l'analogie est plus étroite encore. Dans les phénomènes de dissociation, les produits gazeux ont une composition chimique différente de celle des matières solides en contact avec le gaz; dans les phénomènes de transformation, le gaz a la même composition chimique que le corps solide ou liquide avec lequel il est en contact.

Supposons pour un instant que l'on décrive devant un physicien l'expérience suivante :

On chauffe dans le vide, à une température donnée, un corps A solide ou liquide; l'enceinte se remplit d'un fluide aériforme ayant même composition chimique que le corps A et dont la tension atteint une valeur déterminée p en rapport avec la température; une portion du corps A reste à l'état solide ou à l'état liquide. Le physicien ne manquera pas d'expliquer l'expérience en considérant le fluide aériforme de tension p comme la vapeur émise par le corps A à la température de l'expérience.

Supposons maintenant que le corps A émette à la température t une vapeur de tension p et qu'au bout d'un certain temps, à la même température t, l'enceinte renferme un corps A' solide ou liquide, ayant même composition chimique que le corps A, et un fluide aériforme, ayant également la même composition, dont la tension ait une valeur p' qui dépend d'ailleurs de la température t. Le corps A' présente des caractères physiques distincts de ceux du corps A; le corps A' est une transformation du corps A et la tension p' est la tension de transformation. Cette tension de transformation est-elle distincte de la tension maximum de la vapeur que peut émettre le corps A' à la température t?

Pour que la tension de transformation se distingue de la tension maximum d'une vapeur, il faut que la tension de transformation offre des caractères particuliers qui ne se retrouvent pas dans les tensions de vapeurs.

MM. Troost et Hautefeuille signalent deux caractères qu'ils regardent comme particuliers à la tension de transformation.

« La tension de transformation d'une vapeur pour une température donnée se distingue de sa tension maxima relative à la même température à la fois par sa valeur absolue et par ce fait qu'elle ne s'établit en général que très lentement. Ce n'est qu'à des températures élevées que la rapidité avec laquelle on obtient la tension de transformation devient plus grande et comparable à celle avec laquelle s'établit la tension maxima d'une vapeur (1). »

Le fait même que la tension de transformation ne s'établit que très lentement ne peut être invoqué comme un caractère particulier de la tension de transformation. Regnault, en effet, a insisté dans l'exposé de ses expériences sur ce point particulier, que la tension maximum d'une vapeur ne s'établit dans certaines circonstances qu'au bout d'un temps assez long (2).

Reste donc la différence entre les valeurs des deux tensions p et p' qui correspondent aux deux corps A et A' à la même température. Sous ce rapport, la tension de transformation diffère de tout ce que l'on savait jusqu'ici sur les tensions de vapeur, comme le remarquent très justement MM. Troost et Hautefeuille à la fin de leur mémoire : « Le phénomène de la vaporisation d'un corps considéré sous deux états physiques différents, comme l'eau et la glace à zéro par exemple, est limité par une seule et même tension de vapeur, tandis que les corps susceptibles de se vaporiser et de se transformer présentent successivement deux tensions différentes correspondant, l'une au phénomène de vaporisation, l'autre à celui de la transformation. »

Il s'agissait donc de savoir finalement si l'état solide ou liquide des corps exerce une influence sensible sur la force élastique des vapeurs qu'ils émettent dans le vide à la même

(1) *Annales scientifiques de l'École normale*, 2e série, t. II, p. 266.

(2) *Mémoires de l'Académie des sciences*, t. XXVI, p. 752.

température. Ce sont précisément les expériences de MM. Troost et Hautefeuille qui m'ont conduit à reprendre l'étude de cette question au point de vue de la thermodynamique. J'ai indiqué tout à l'heure les principales conclusions qui me semblent de nature à ramener la tension de transformation du phosphore à la tension maximum de la vapeur de phosphore rouge.

Cette opinion me semble d'ailleurs facilement conciliable avec les faits signalés par MM. Troost et Hautefeuille. Dans leur dernier mémoire sur la transformation du phosphore (1), ces deux savants indiquent les propriétés suivantes :

« Le phosphore rouge chauffé à une température inférieure à celle où il a été produit émet des vapeurs avec d'autant plus de lenteur qu'il a été préparé à une température plus élevée, et la tension de la vapeur émise croît lentement pour atteindre, sans jamais la dépasser, la tension de transformation.....

« Chaque variété de phosphore rouge présente donc, lorsqu'on la chauffe à une température supérieure à celle à laquelle elle a été produite, une espèce de tension maximum toujours inférieure à celle du phosphore blanc. »

Il devient donc difficile de distinguer la tension de transformation du phosphore de la tension maximum de la vapeur de phosphore rouge. Si l'on admet cette interprétation, la théorie des changements d'état non réversibles conduit aux propriétés suivantes.

A gauche de la courbe des tensions de vapeur du phosphore blanc, la vapeur de phosphore peut se condenser à l'état de phosphore blanc; à droite de cette courbe et à gauche de la courbe des tensions de phosphore rouge, le phosphore blanc peut se vaporiser et les vapeurs de phosphore peuvent se condenser à l'état de phosphore rouge; à droite de cette seconde courbe, le phosphore rouge peut se vaporiser.

Dans un appareil où la pression de la vapeur de phosphore est uniforme, c'est par suite de la position relative des deux courbes, dans la région la plus chaude de l'enceinte que doit se produire le phosphore rouge; ce résultat est conforme aux expériences de MM. Troost et Hautefeuille.

Si l'on applique les formules de la thermodynamique à la transformation du phosphore (2), on trouve, d'après les données des expériences de MM. Troost et Hautefeuille, que la transformation du phosphore blanc en phosphore rouge à la température de 360 degrés dégage un nombre de calories égal à 17,5. Ainsi, comme l'avait annoncé Favre, peu de temps après la découverte de Schrötter, le phosphore blanc dégage de la chaleur en se transformant en phosphore rouge.

D'après une expérience de M. Hittorf, la transformation du phosphore blanc liquide à 280 degrés détermine une élévation brusque de la température qui passe de 280 à 370 degrés. Si l'on désigne par c la chaleur spécifique du phosphore, dont la température s'élève ainsi, on doit avoir $c \times 90 = 17,5$. On tire de là $c = 0,19$; ce nombre diffère peu de la chaleur spécifique trouvée par Regnault.

MM. Troost et Hautefeuille ont étudié également la transformation de la cyamélide et de l'acide cyanurique en acide cyanique sous l'influence de la chaleur et ils ont montré que cette transformation est limitée par une tension de transformation variable avec la température. Cette tension à une même température a la même valeur, qu'on parte de la cyamélide ou de l'acide cyanique.

Si l'on considère l'acide cyanique comme la vapeur formée par la cyamélide et par l'acide cyanurique, on retrouve ici un corps qui, sous deux états différents, peut émettre à une même température des vapeurs dont les tensions sont sensiblement égales ou en réalité peu différentes, comme cela avait lieu pour la vapeur d'eau.

Le phosphore donne l'exemple d'un corps qui offre des courbes de tensions de vapeur nettement séparées; la cyamélide et l'acide cyanurique offrent, au contraire, des courbes très voisines. Les conclusions générales restent les mêmes, la seule différence consiste dans l'inégalité plus ou moins accentuée des tensions de vapeur.

En résumé, s'il est démontré qu'un même corps à la même température peut se présenter sous des états différents auxquels correspondent des tensions de vapeur distinctes, les transformations qui ont fait l'objet des belles recherches de MM. Troost et Hautefeuille peuvent être considérées comme des phénomènes de vaporisation. Cette manière de voir, si elle était acceptée, serait une confirmation nouvelle des vues développées par M. H. Sainte-Claire Deville sur l'analogie qui existe entre les phénomènes chimiques et les phénomènes physiques; des phénomènes en apparence très différents, tels que les transformations isomériques ou allotropiques et les changements d'état physique, sont liés de la façon la plus étroite.

IX. — Les phénomènes de minéralisation découverts par M. H. Sainte-Claire Deville se rattachent d'une manière intime aux considérations précédentes.

M. H. Sainte-Claire Deville a montré qu'un courant lent d'hydrogène pur et sec transforme, à une température élevée, l'oxyde de zinc amorphe en oxyde de zinc cristallisé et il a donné une explication très simple du phénomène.

« La cause de ce phénomène singulier, dit l'éminent chimiste (1), vient de ce que l'oxyde de zinc est réduit par l'hydrogène, et le zinc est transporté à l'état de vapeur avec la vapeur d'eau et l'excès d'hydrogène vers les parties plus froides de l'appareil, où une réaction inverse s'accomplit d'une manière complète. Si le courant de gaz n'est pas assez rapide pour que le phénomène inverse n'en soit pas troublé, le zinc volatilisé décompose entièrement la vapeur d'eau avec laquelle il est intimement mélangé; l'oxyde de zinc se reforme intégralement et l'hydrogène redevient pur, sortant de l'appareil comme il y est entré, et provoquant simplement la cristallisation et la sublimation apparente de l'oxyde de zinc. »

Ce phénomène remarquable est le type d'une série de réactions devenues très nombreuses, qui s'interprètent exactement de la même manière. Au point de vue particulier de la thermodynamique (2), le rôle de l'hydrogène, comme agent minéralisateur, offre beaucoup d'intérêt.

L'hydrogène réduit l'oxyde de zinc amorphe sous l'influence de la chaleur. Cette réduction est analogue à la réduction de l'oxyde de fer par l'hydrogène et, comme il ressort des expériences de M. H. Sainte-Claire Deville citées plus haut que cette dernière réduction est limitée par la pression de l'hydrogène, il doit en être de même pour la réduction de l'oxyde de zinc amorphe par l'hydrogène. Il existe donc une courbe de tensions de l'hydrogène qui limite le phénomène.

(1) *Annales de chimie et de physique*, 5e série, t. II, p. 155.
(2) *Annales de chimie et de physique*, 5e série, t. I, p. 371.

(1) *Annales de chimie et de physique*, 4e série, t. V, p. 119.
(2) *Bulletin de la Société philomathique*, 7e série, t. III, p. 34.

La vapeur d'eau est décomposée par le zinc sous l'influence de la chaleur. Cette décomposition est analogue à la décomposition de la vapeur d'eau par le fer, et comme il ressort des expériences de M. H. Sainte-Claire Deville citées plus haut que cette dernière décomposition est limitée par la pression de l'hydrogène, il en doit être de même pour la décomposition de la vapeur d'eau par le zinc. Il existe donc une courbe de tensions de l'hydrogène qui limite ce second phénomène.

Ces deux courbes sont-elles identiques? Si l'on compare les réactions chimiques, dont il s'agit ici, aux phénomènes de vaporisation d'après les idées de M. Sainte-Claire Deville, et si l'on admet, d'après l'opinion répandue, qu'un même corps sous deux états différents émet à une même température des vapeurs identiques, on est conduit à admettre l'identité des deux courbes de tension de l'hydrogène.

Au contraire, si l'on admet qu'un même corps sous deux états différents émette à une même température des vapeurs de tensions différentes, on est conduit à séparer les deux courbes de tensions de l'hydrogène. L'oxyde de zinc amorphe et l'oxyde de zinc cristallisé représentent deux états différents d'un même corps. Nous avons en présence trois systèmes :

1° Un premier système composé du zinc et de la vapeur d'eau.

2° Un second système composé de l'hydrogène et de l'oxyde de zinc amorphe.

3° Un troisième système composé de l'hydrogène et de l'oxyde de zinc cristallisé.

Le passage du premier système au second ou, inversement, le passage du second système au premier est un phénomène limité par une première courbe de tension de l'hydrogène.

Le passage du premier système au troisième ou réciproquement le passage du troisième système au premier est un phénomène limité par une seconde courbe de tension de l'hydrogène.

On retrouve ici les deux courbes du phosphore. Malheureusement, les données expérimentales nous font défaut jusqu'ici pour tracer avec certitude ces deux courbes. Il serait peut-être téméraire de décider la forme de ces courbes d'après les éléments fort peu nombreux dont on peut disposer aujourd'hui, mais l'existence des deux courbes distinctes n'en est pas moins une conséquence de ce qui précède; et, si l'on se reporte à la transformation du phosphore, on peut concevoir, au moyen de ces deux courbes, comment il se fait que l'oxyde de zinc cristallisé se dépose dans une partie déterminée de l'enceinte. Dans le cas du phosphore, le phosphore rouge se dépose dans la région la plus chaude; cette propriété est bien d'accord avec la forme des deux courbes du phosphore.

Ici l'oxyde de zinc cristallisé se dépose dans la partie la plus froide de l'enceinte; espérons que l'expérience nous fera connaître les deux courbes de tension de l'hydrogène et que la forme de ces courbes sera d'accord avec la théorie des changements d'état non réversibles.

X. — Les phénomènes que nous venons de passer en revue offrent tous un caractère commun : ils sont limités par une tension qui dépend uniquement de la température. En est-il de même pour tous les phénomènes en général? Par exemple, la décomposition de la vapeur d'eau en ses éléments, oxygène et hydrogène, est-elle limitée par une tension de dissociation qui soit une fonction seule de sa température ?

L'analogie de cette décomposition avec les phénomènes physiques ne paraît pas aussi facile à concevoir; le système de trois corps gazeux en équilibre est en réalité plus complexe que le système fourni par un changement d'état physique.

Les recherches de M. Ditte sur les acides sélénhydrique et tellurhydrique, de M. Hautefeuille et de M. Lemoine sur l'acide iodhydrique, fournissent des données expérimentales très utiles pour élucider cette question (1).

Prenons comme exemple l'acide sélénhydrique. Si l'on chauffe en vase clos de l'hydrogène avec du sélénium, une partie de l'hydrogène se combine avec le sélénium, un équilibre s'établit. Si l'on chauffe de l'acide sélénhydrique en vase clos, une partie de cet acide se décompose; il s'établit un nouvel équilibre, et ce nouvel état d'équilibre est identique au précédent.

Considérons cet état d'équilibre indépendant du point de départ. Un espace clos de volume v renferme, à la température t de l'acide sélénhydrique, de l'hydrogène et du sélénium. Ce sélénium est liquide à la température des expériences; négligeons-le pour le moment. La pression dans le vase clos p est la pression du mélange d'acide sélénhydrique et d'hydrogène. Pour apprécier la proportion d'acide sélénhydrique, M. Ditte refroidissait brusquement le mélange; soit r le rapport du volume de l'acide sélénhydrique ou de l'hydrogène combiné avec le sélénium au volume total de l'hydrogène, libre ou combiné. L'expérience montre que ce rapport est indépendant de la pression entre certaines limites et dépend uniquement de la température.

Dans le mélange d'acide sélénhydrique et d'hydrogène en équilibre, l'acide sélénhydrique occupe le volume rv à la pression p; par conséquent, si l'acide sélénhydrique occupait seul le volume entier du mélange, il exercerait la pression rp. Dans le même mélange, l'hydrogène non combiné occupe le volume $(1-r)v$; si cet hydrogène libre occupait le volume entier du mélange, il exercerait la pression $(1-r)p$.

A une même température, le rapport r conserve une valeur constante indépendante de la pression; par conséquent, il faut en conclure qu'à une même température les tensions de l'acide sélénhydrique et de l'hydrogène non combiné sont proportionnelles aux pressions ou, ce qui revient au même, dépendent des volumes occupés par le mélange en équilibre.

Ainsi, dans le cas de l'acide sélénhydrique, il ne peut être question de tensions de dissociation qui dépendent uniquement de la température. Les tensions de l'acide sélénhydrique, de l'hydrogène libre ou du mélange dépendent à la fois de la température et de la pression, ou bien de la température et du volume. Si l'on tient compte de la vapeur fournie par le sélénium liquide, cette vapeur a une tension constante à la même température, qui s'ajoute à la tension du mélange considéré sans modifier la conclusion précédente.

M. Ditte a fait voir que le rapport r du volume de l'acide sélénhydrique formé au volume total de l'hydrogène varie avec la température; ce rapport augmente à mesure que la température s'élève, passe par un maximum et diminue ensuite. On ne peut conclure de là que la tension de dissociation par un maximum, lorsque la température s'élève; il n'y a plus ici de tension de dissociation qui soit fonction de la température seule.

Le principe de Watt s'applique uniquement aux cas de dis-

(1) *Bulletin de la Société philomathique*, 7e série, t. IV, p. 32.

sociation où il existe une tension de dissociation qui dépende de la température seule; ce principe n'est pas applicable aux composés gazeux. Si l'on suppose, par exemple, de l'acide sélénhydrique renfermé dans une enceinte, composée de deux parties maintenues à des températures différentes, l'équilibre final s'établira de manière que la proportion d'acide sélénhydrique décomposée dans chacune des parties de l'enceinte soit celle qui correspond à la température de cette partie et que la pression du mélange d'acide sélénhydrique et d'hydrogène soit la même dans les deux parties de la masse gazeuse.

Les expériences de M. Lemoine sur la dissociation de l'acide iodhydrique conduisent aux mêmes résultats que les expériences de M. Ditte sur l'acide sélénhydrique.

La dissociation d'un composé gazeux se présente donc, d'après l'expérience, dans des conditions bien différentes de la dissociation d'un corps solide. Peut-on concevoir *a priori* la raison de cette différence entre les deux phénomènes?

Considérons un système de deux corps A et B en équilibre; il est indifférent de supposer d'ailleurs les deux corps A et B séparés l'un de l'autre, ou bien de les supposer à l'état de mélange.

Désignons par a et b les masses de deux points matériels qui appartiennent à ces deux corps en équilibre. D'après ce que nous savons sur les forces moléculaires, nous pouvons regarder ces deux points comme sollicités par une force mutuelle f, proportionnelle au produit des masses a et b et fonction de la distance r qui sépare les deux points. Le système des deux corps A et B est en équilibre sous l'ensemble des forces f.

Si l'on double les masses de tous les points matériels du système, si l'on fait varier toutes les masses dans le même rapport, toutes les forces f resteront proportionnelles entre elles et l'équilibre subsistera.

Considérons un système de deux gaz A et B en équilibre dans un vase clos. Pour doubler la masse de chaque point matériel, il suffit d'introduire une masse de gaz en équilibre identique à la première, c'est-à-dire de doubler la pression. L'équilibre subsistera et la pression de chacun des gaz A et B rapportée au volume entier du système sera doublée; c'est ce qui arrive dans la dissociation des composés gazeux. Le rapport des volumes de la combinaison non dissociée au volume des éléments dissociés sera dès lors indépendant de la pression à une même température, au moins entre certaines limites de pression. Cela est facile à concevoir : à mesure que l'on augmente les masses a et b, les dimensions de ces masses s'accroissent par rapport à la distance qui les sépare et la fonction de la distance varie lorsque la pression dépasse certaines limites.

Examinons au même point de vue la production d'une vapeur saturée. Un corps solide ou liquide A est en contact avec sa vapeur saturée B à une certaine température : l'équilibre est établi. Introduisons à la même température un volume égal de vapeur : la pression de la vapeur double, mais le corps solide ou liquide est tellement peu compressible que rien n'est changé à ce corps. Les forces qui se rapportent aux actions mutuelles de la vapeur ont varié dans un rapport déterminé, les forces relatives aux actions du corps solide ou liquide sur la vapeur ont varié dans un rapport déterminé, différent du précédent; les forces relatives à ce corps solide ou liquide sont restées les mêmes. L'équilibre n'est donc plus possible; il ne peut donc y avoir à une même température qu'une seule tension de la vapeur saturée.

Le raisonnement est le même pour la dissociation des corps solides, du carbonate de chaux ou des chlorures ammoniacaux. La dissociation des corps solides et liquides est donc très différente de la dissociation des composés gazeux.

Le même raisonnement s'applique à d'autres phénomènes, tels que le mélange des gaz et des vapeurs, ou la production des vapeurs émises à une même température par un même corps sous deux états différents.

Considérons une vapeur saturée en équilibre avec le liquide générateur. Introduisons un gaz dans la vapeur : si le gaz n'exerce aucune action sur la vapeur ou sur le liquide, l'équilibre ne sera pas troublé, la tension de la vapeur conserve la même valeur. Mais si, au contraire, le gaz exerce des actions sur la vapeur, et le phénomène de la diffusion en fournit la preuve, l'équilibre sera troublé en général, la tension de la vapeur formée dans le gaz ne sera plus la même que dans le vide. La loi du mélange des gaz et des vapeurs cessera d'être correcte, comme le montrent les expériences de Regnault.

Considérons maintenant de l'eau liquide en contact avec sa vapeur saturée : il y a équilibre. Remplaçons l'eau liquide par un égal volume de glace à la même température. Les actions mutuelles de la vapeur sont restées les mêmes, mais l'action de la glace sur la vapeur n'est pas nécessairement la même que l'action de l'eau liquide sur sa vapeur; si ces deux actions diffèrent, la tension de la vapeur ne sera pas la même dans les deux cas. C'est la propriété que j'ai essayé d'établir par des raisonnements directs empruntés à la thermodynamique et indépendants d'ailleurs de toute hypothèse relative aux actions moléculaires.

Je m'arrête, messieurs, j'abuse de la bienveillante attention que vous me prêtez.

Dans cette esquisse rapide et surtout bien imparfaite, j'ai essayé de vous montrer les liens qui unissent les sciences physiques et chimiques. La thermodynamique, née d'hier, du génie de Sadi Carnot, a ouvert un champ très vaste qui confine à la fois à la mécanique, à la physique et à la chimie. Des colonies nombreuses de travailleurs, permettez-moi d'en exprimer l'espoir, viendront bientôt s'établir sur un sol encore pauvre et peu habité. Des maîtres éminents ont jeté la semence et préparé les moissons; c'est à leurs conseils, à la lecture de leurs travaux, que je devrai l'un de mes souvenirs les plus chers, l'honneur d'avoir pris la parole devant vous.

J. Moutier,
Répétiteur à l'École polytechnique.

TRAVAUX PUBLICS

ASSOCIATION FRANÇAISE POUR L'AVANCEMENT DES SCIENCES

Section de la navigation et du génie civil.

Les sections réunies de la *navigation* et du *génie civil et militaire* ont été très suivies au congrès qui vient de se terminer. On y remarquait la présence de plusieurs notabilités étrangères : le docteur Broch, ancien ministre de la marine en Suède; le commandeur Betocchi, inspecteur général des travaux publics d'Italie; le professeur Fleeming Jenkin,

d'Édimbourg; le docteur Watson, de l'Université de Boston. Le président désigné l'an dernier était M. Émile Trélat; les sections ont choisi comme vice-présidents M. le général Prudon et M. Bergeron.

I.

Les grands travaux publics, dont l'exécution transforme en ce moment la France en un vaste chantier, ne pouvaient manquer de fournir matière à des communications et à des discussions. C'est en effet ce vaste sujet que vise la communication de M. Cotard sur le régime des eaux en France, par laquelle s'est ouverte la session. Suivant l'éminent ingénieur, la création des nouveaux chemins de fer qui doivent former le complément des réseaux français ne saurait amener d'abaissement dans le prix des transports. Étudiant les conditions d'exploitation des grandes compagnies, il en déduit comme conclusion que les embranchements secondaires ne peuvent donner un résultat fructueux, et que l'exploitation par l'État n'est pas de nature à améliorer cette situation. Combattue par M. Bouquet de la Grye, cette dernière assertion a failli amener le renouvellement de la discussion précédemment engagée sur ce sujet à la Société des ingénieurs civils.

Mais M. Cotard ne se contente pas d'indiquer les défauts qu'il reproche aux projets ministériels; il indique aussi le remède. La France possède une richesse peu utilisée jusqu'ici, qui souvent même devient un danger pour certaines régions : la part n'a pas été faite assez large à l'amélioration du régime des eaux, au triple point de vue de la navigation intérieure, des irrigations agricoles et des inondations.

Les canaux peuvent seuls fournir la solution du problème des transports à bon marché, et jusqu'ici la France ne possède pas de système de voies navigables; il y a des réseaux partiels comme celui du Nord, des canaux isolés; ce qui manque, c'est un plan d'ensemble, et ce plan ne doit pas viser seulement la question de navigation.

Si l'abaissement du prix des transports est une question vitale pour les industries dont les matières premières et les produits constituent des marchandises lourdes et encombrantes, l'agriculture peut trouver aussi dans l'aménagement des eaux un remède bien plus efficace à ses souffrances que dans des mesures de protection, dont le caractère ne saurait être que temporaire. Il n'y a en France que 200 000 hectares de terres irriguées : que l'on irrigue seulement une surface décuple, et c'est une plus-value considérable que l'on donnerait au sol. Même pour la culture des céréales, la création de prairies artificielles aurait d'immenses avantages en augmentant la quantité d'engrais disponibles.

C'est à tort qu'on a divisé les eaux naturelles en eaux utiles et eaux nuisibles : toutes les eaux sont utiles si l'on sait en tirer parti. Or le résultat est-il atteint? M. Cotard le conteste énergiquement.

Pour améliorer le régime des rivières navigables, on a abaissé par des dragages les seuils qui fermaient l'issue des cuvettes successives créées par la nature : on a produit à l'amont un abaissement nuisible à la navigation, nuisible aux intérêts agricoles.

Dans les travaux d'assainissement, on a détruit toutes les réserves d'eau et constamment réduit le temps qu'une molécule doit mettre pour se rendre de l'amont à l'aval.

Pour combattre les inondations, on a, par des travaux coûteux, endigué le cours inférieur des fleuves, sans réfléchir qu'on augmente indéfiniment leur vitesse et qu'on leur laisse entraîner à la mer, sous forme de limon, des richesses énormes.

Le véritable remède, c'est d'améliorer l'œuvre de la nature en se basant sur l'étude géologique et géodésique du sol, et non de la détruire.

La source d'un fleuve n'est pas un point idéal, c'est la cuvette imperméable où se rassemblent les eaux qui se sont imbibées dans le sol. Plus l'espace imperméable est étendu, plus les crues seront subites et dangereuses. Il faut créer suivant les lignes de faîte des canaux qui recueillent le trop-plein de ces cuvettes, qui le distribuent aux régions agricoles, aux canaux de navigation, et qui établissent un équilibre dynamique du régime grâce à un développement suffisant pour fournir un travail total égal au travail désastreux qui pourrait s'accomplir pendant le même temps. Il faut aussi fixer la terre végétale dans les parties supérieures des bassins par le reboisement, qui, suivant la remarque de M. Bouquet de la Grye, concourt également au but de *moyenner* le régime et de ralentir les variations des crues.

Comme conséquence de cet exposé, M. Cotard présente un vœu, adopté par la section et plus tard par l'assemblée générale, tendant à ce que l'étude du régime des eaux soit faite par bassins, et que des commissions spéciales soient nommées à cet effet.

M. Cotard a visé l'ensemble de la question des voies navigables ; M. Manier vient parler de l'une de ces voies en particulier, mais d'une voie gigantesque : le canal maritime du golfe de Gascogne à la Méditerranée. Nous aurions peu de choses à dire du projet de M. Manier, déjà exposé dans les précédents congrès, et auquel il vient ajouter seulement quelques modifications, que nous n'osons appeler de détail, car il s'agit d'en doubler les dimensions. Mais cette communication a suscité quelques observations intéressantes de M. Bouquet de la Grye sur le projet analogue à celui de M. Manier, et préparé, au nom de M. Duclerc, par M. l'ingénieur en chef de Lépinay. Les difficultés de navigation y seraient évitées par le touage mécanique au moyen de câbles placés sur les rives, auxquels les navires, cerclés avec des cordes, seraient reliés à l'avant et à l'arrière. Ils pourraient ainsi franchir le canal avec une vitesse de 10 nœuds à l'heure.

Un autre point sur lequel insiste M. Manier, et touché également par M. de Lépinay, est l'emploi des éboulements par le choc d'une veine liquide pour couper les bancs d'argile du col de Naurouse.

Cet emploi de la pression hydraulique nous amène à parler du procédé proposé par M. Bergeron, pour couper les barres de sable qui encombrent l'entrée de certains ports, et particulièrement de Dunkerque. Après divers essais, c'est à l'emploi de jets d'eau verticaux que M. Bergeron s'est arrêté pour soulever le sable et le mettre dans un état de division qui permette aux courants de l'emporter. Comme le font remarquer plusieurs ingénieurs présents à la séance, le procédé de dilution du sable dans l'eau est la base de l'emploi des pompes à sable.

Citons encore, à propos du régime des eaux, la savante analyse de M. Bazaine sur le relèvement du plan d'eau dû aux irrigations, notamment dans la plaine de Gennevilliers.

II.

Les irrigations de Gennevilliers sont aussi, dans un autre ordre d'idées, l'objet d'une communication de l'homme qui les connaît le mieux : nous avons nommé M. Durand-Claye. La théorie de l'épuration des eaux-vannes par irrigation sur le sol résulte des expériences de M. Schlœsing; les produits ammoniacaux, oxydés dans leur passage à travers les pores du terrain grâce au travail accompli par des animalcules particuliers, se transforment en acide azotique et se retrouvent à l'état d'azotate de chaux dans les eaux épurées. Le drainage établi pour combattre l'élévation du plan d'eau débite chaque jour 16 000 mètres cubes; ces eaux ont été l'objet d'études approfondies de M. Marié-Davy. Le microscope y montre quatre fois moins de bactéries que dans les eaux de la Vanne, qui servent à l'alimentation de Paris. La rosée qui se dépose sur un ballon froid lorsqu'on évapore ces eaux à 50° ne contient ni particules solides, ni vibrions ; l'air qui a traversé un filtre imbibé de ces eaux ne provoque pas la fermentation dans les matières organiques les plus sensibles.

La publication de ces résultats, suivant l'honorable ingénieur, a suffi pour arrêter les bruits qui couraient sur l'insalubrité de la presqu'île de Gennevilliers.

Aujourd'hui l'irrigation est acceptée comme procédé définitif d'épuration ; les eaux vont être conduites dans la plaine de Saint-Germain.

M. Durand-Claye aborde aussi une autre question, dont la solution est beaucoup moins avancée : celle des vidanges. Il paraît absolument convaincu de l'utilité et de l'innocuité de l'écoulement des vidanges par les égouts : les événements actuels semblent singulièrement contredire cette opinion.

Cette dernière partie de la communication de M. Durand-Claye en suscite d'autres de M. Gobin, ingénieur en chef des ponts et chaussées à Lyon, et de M. Fleeming Jenkin, si compétent en matière de salubrité. Suivant ce dernier, on refait aujourd'hui en France, avec l'emploi des appareils diviseurs et de divers autres procédés, des essais faits il y a vingt ans en Angleterre, et qui ont tous conduit au même résultat : l'écoulement direct à l'égout, mais avec des égouts bien faits, étanches, ayant une pente convenable, recevant une quantité d'eau suffisante pour les laver constamment. Il condamne surtout les dispositions de tuyaux de toutes sortes qui, par suite d'une installation défectueuse, peuvent établir des communications directes entre les appartements et les égouts. Il décrit à ce sujet l'organisation des associations de propriétaires, ayant pour but la surveillance, au point de vue de l'hygiène, de tous les appareils existant dans les maisons des abonnés.

M. Gobin préconise l'emploi des appareils diviseurs mobiles, ou *tinettes*, qui permettent l'enlèvement rapide des matières et interceptent toute communication avec l'air extérieur.

La question de l'hygiène des habitations est encore examinée à un autre point de vue par M. Gosset, architecte à Reims, qui définit les conditions à remplir par les habitations collectives, et spécialement par les casernes et les casemates. L'une des principales causes d'insalubrité est l'emploi de matériaux poreux, susceptibles d'absorber l'humidité et les miasmes; on peut remédier à cet inconvénient par l'emploi d'enduits ou de revêtements spéciaux. L'isolement des cuisines et des latrines est aussi une précaution à prescrire.

Enfin la construction des casernes sous forme de bâtiments isolés, où tous les matériaux soient toujours en contact par une de leurs faces avec l'atmosphère, serait, chaque fois qu'elle est possible, la meilleure disposition au point de vue de la salubrité.

La présence de plusieurs généraux et officiers rend particulièrement intéressante la discussion de cette question, d'où semble sortir la conclusion que l'hygiène devrait entrer pour une plus large part dans l'enseignement des écoles spéciales.

III.

Les moyens de transports, considérés au point de vue technique, sont aussi l'objet de plusieurs mémoires.

M. Bergeron vient exposer un nouveau système de construction des voies, devant, suivant lui, procurer une économie notable. Le rôle du ballast, au point de vue de l'écoulement des eaux, nous paraît avoir été négligé dans ce projet ; nous nous permettrons aussi de critiquer la position donnée aux traverses, qui diminue la surface par laquelle la pression se transmet au ballast, et de douter qu'il soit possible, d'une façon pratique, de les faire pénétrer à coups de masse dans un gravier presque absolument incompressible.

M. Boca, ingénieur de la compagnie Mékarski, donne la description des appareils de traction à l'air comprimé employés depuis dix-huit mois sur les tramways nantais. Ces appareils reposent sur le mélange avec l'air d'une certaine quantité de vapeur d'eau saturée pour prévenir l'abaissement de température qui résulterait de la détente. M. Boca termine sa communication par l'exposé de chiffres, desquels il résulte que les frais de traction par kilomètre, qui s'élèvent à 0 fr. 538 pour les tramways nord parisiens, sont seulement de 0 fr. 412 pour les tramways à traction par l'air comprimé.

Le mode de traction funiculaire que décrit M. Petiton, ingénieur des mines, et dont l'application est faite au chemin de fer du Vésuve, n'est pas nouveau en principe, mais présente une disposition originale : deux câbles sans fin passent sur des poulies situées deux à deux dans des plans différents, de façon que leurs circonférences se coupent; les brins montants et les brins descendants forment alors deux systèmes pouvant conduire deux wagonnets, qui ont une forme appropriée à la pente ; chacun d'eux est guidé par un rail central supportant une roue à gorge, posé sur une longrine en bois, contre laquelle s'appuient latéralement des galets. C'est aussi contre cette longrine que peuvent s'arcbouter les mâchoires du frein, qui permet d'arrêter la descente en cas d'accident aux câbles.

Citons encore, parmi les nombreuses communications intéressantes dont était chargé l'ordre du jour :

L'élégante méthode graphique pour déterminer le rendement des machines, exposée par M. Fleeming Jenkin, dont la présence n'a pas peu contribué à l'intérêt de la session ;

Le procédé de nivellement géométrique de M. Bouquet de la Grye, qui consiste dans l'emploi de tubes de verre réunis par un long tube de caoutchouc, et qui se base aussi sur le déplacement rapide des stations en utilisant, soit les canaux et les cours d'eau, soit les voies de chemin de fer. M. Bouquet de la Grye décrit aussi les précautions à prendre pour obtenir un repère invariable qui puisse servir de base à un nivellement général.

Enfin la note de M. Émile Trélat sur l'écroulement du marché du Château-d'Eau, écroulement dû à la déformation latérale des fermes sous l'action du raccourcissement produit par le froid dans les pannes métalliques, dont les extrémités étaient scellées dans les murs des constructions voisines.

BULLETIN DES SOCIÉTÉS SAVANTES

Académie des sciences de Paris

SÉANCE DU 20 SEPTEMBRE 1880.

M. *H. Sainte-Claire Deville* présente à l'Académie la note suivante sur les odeurs de Paris :

« Vers la fin du mois d'août dernier, en passant par la rue Saint-Jacques, en face du n° 278, mon attention fut attirée par l'odeur qu'exhalait une tranchée de 1 mètre environ de profondeur. On en avait extrait 1 ou 2 mètres cubes de cette terre noire, colorée par le sulfure ou l'oxydule de fer, dont M. Chevreul a depuis longtemps constaté et expliqué la formation.

« Cette terre était imbibée d'eau, mais la boue n'était pas liquide. Elle avait en même temps l'odeur de l'hydrogène sulfuré et du gaz de l'éclairage. J'en pris à la surface 3 kilogrammes environ, pour en faire une analyse dont je vais donner les résultats.

« 2^{kg},350 de la terre ont été introduits dans un flacon et mouillés avec un litre d'eau à peu près. On agitait fortement et l'on décantait le liquide avec la matière noire qu'il tenait en suspension et que l'on versait dans un autre flacon. Quand cette matière était déposée, on recommençait l'opération avec la même eau devenue limpide, jusqu'à ce qu'on eût introduit dans le second flacon tous les éléments légers ou noirs que l'on pouvait entraîner ou dissoudre.

« Le résidu de cette opération, répétée jusqu'à huit ou dix fois au moins, est un gravier presque décoloré et composé de plâtras, de cailloux calcaires, de grès concassé ou pulvérisé, de débris de toutes sortes, cuir, carton, etc., enfin de toutes les matières que le remaniement si fréquent du pavage de Paris peut faire pénétrer dans le sous-sol.

« Le liquide chargé de sels et de matières solubles dans l'eau a été séparé par filtration; et la boue noire recueillie sur un filtre, séchée incomplètement, a été pesée pour être analysée à part.

« 1° L'eau de lavage était troublée par du sesquioxyde de fer ou du sous-sulfate provenant de l'oxydation du sulfure et de la suroxydation de l'oxydule de fer. Elle était sensiblement alcaline et contenait des sulfures, des hyposulfites, des sulfates, des chlorures, de la chaux, de la magnésie, de la soude, et des traces d'ammoniaque que l'ébullition avec la baryte ne rendait pas sensibles à l'odorat, mais qui agissait faiblement sur la teinture rouge de tournesol. L'excès d'alcali était saturé par des acides organiques, répandant une odeur acétique et butyrique, et une matière également acide, réduisant les sels d'argent et dont la combinaison avec la chaux ou l'argent était explosible, rappelant ainsi les propriétés des acétylures de M. Berthelot.

« Le résidu de l'évaporation de cette eau à basse température pesait 13^{gr},500. Il contenait :

Sulfate de chaux	5^{gr} 000
Chaux	2 385
Magnésie	0 200
Sel marin	0 392
Potasse	0 361
Eau et matières organiques	5 161
	13^{gr} 500

« 2° La matière pulvérulente noire, pesant 0^{kg},902, a été lavée par l'éther dans un appareil à digestion et à distillation continues. L'éther contenu dans le bouilleur a bientôt laissé déposer une grande quantité de cristaux jaune brun et brillants, peu solubles, car il a fallu plus de deux jours de traitement pour épuiser la matière. On a retiré de la solution éthérée :

Soufre cristallisé et contenant une matière organique décomposable par la chaleur	3^{gr} 700
Soufre cristallisé avec un peu de goudron et de naphtaline	4 736
Goudron de gaz ou coaltar	1 640
	10^{gr} 076

« Les conclusions de ces analyses sont faciles à tirer :

« 1° Si l'on évalue à un demi-litre la quantité d'eau qui imprègne les 2^{kg},350 de boue humide (1), on voit que la quantité de sels que cette eau dissout doit être d'environ 25 à 30 grammes par litre, c'est-à-dire qu'elle est relativement concentrée, ce qui est la conséquence d'un phénomène très simple. Le sous-sol de Paris n'étant pas drainé, les pavés et les intervalles garnis de sables qui les séparent deviennent imperméables dès que leur surface est mouillée. Quand ces intervalles se sèchent, l'eau du sous-sol peut s'évaporer, en se concentrant, jusqu'à ce que l'eau de la pluie et des arrosages, entraînant avec elles toutes les matières solubles, salines ou organiques, et imbibant l'intervalle des pavés, rende de nouveau la surface imperméable. L'eau des boues noires doit donc se concentrer de plus en plus. En outre, elle reçoit ces poussières de fer provenant du fer des chevaux et des roues de voitures, que M. de Chevreul considère, avec juste raison, comme l'origine des sulfures, de l'oxydule de fer et de la coloration noire du sous-sol de Paris.

« 2° Les fuites de gaz de l'éclairage, estimées en moyenne au dixième du volume du gaz qui circule dans les tuyaux, y ont amené une partie du soufre, les hydrogènes carbonés et le goudron qu'on y rencontre si abondamment (2).

« Ce goudron, ou coaltar, est une matière antiseptique par excellence, employée efficacement en chirurgie pour assainir les plaies et empêcher l'infection des hôpitaux. Son acide phénique arrête les fermentations et détruit les germes les plus dangereux.

« En résumé, grâce aux fuites de gaz du sous-sol de Paris, celui-ci est assaini et ne peut exhaler aucune odeur dangereuse; c'est une faible odeur d'hydrogène sulfuré, qui n'est pas plus nuisible que l'atmosphère des eaux minérales sulfureuses, et une odeur de produits empyreumatiques, qui est

(1) La détermination exacte de cette quantité d'eau était impossible sur des échantillons où il fallait conserver les matières volatiles amenées par le gaz. Le soir même du jour où la prise d'échantillon a été faite, la tranchée dont elle provenait était remblayée.

(2) Le gaz de l'éclairage est en réalité un brouillard très léger où flottent des cristaux de naphtaline, comme les aiguilles de glace des stratus et du goudron en vésicules très ténues résistant à toute condensation, comme les vésicules d'eau des nuages.

aussi saine que l'atmosphère environnant les gazomètres de Paris, autour desquels on envoie respirer les enfants atteints de certaines affections épidémiques ou contagieuses, la coqueluche par exemple.

« Il n'est pas de même des odeurs provenant des matières excrémentitielles que l'on constate malheureusement à Paris et aux environs de Paris. Elles sont nauséabondes, ce qui ne les rend pas, il est vrai, nécessairement nuisibles; mais elles peuvent emprunter à la source dont elles proviennent les germes auxquels on attribue aujourd'hui les maladies cholériformes et typhoïques, que l'on redoute de voir devenir endémiques à Paris, comme elles le sont depuis longtemps dans l'Inde.

« Mon savant et illustre ami, M. Pasteur, nous donnera sans doute, avec des démonstrations rigoureuses, malgré le danger que de pareilles recherches font courir, la cause et peut-être les remèdes préventifs de ces redoutables fléaux; mais dès aujourd'hui, grâce à ses travaux, devenus classiques, nous pouvons fixer les conditions auxquelles il faut soumettre le transport et le traitement des matières excrémentitielles pour qu'elles cessent d'être fétides et ne puissent devenir dangereuses pour la santé publique.

« Il est possible qu'un jour ces matières, reçues dans des vases métalliques sans avoir jamais de contact avec l'air extérieur, soient transportées sous terre dans des tuyaux métalliques, canalisation aussi gigantesque que celle qui conduit l'eau et le gaz, et dans laquelle on entretiendra une certaine dépression. Ces matières, reçues dans de grands vases métalliques, neutralisées ou même acidifiées par des substances appropriées et parfaitement connues, portées à une température égale ou même supérieure à 100°, qui suffit à détruire tous les germes, enfin séchées dans ces appareils, seraient livrées à l'agriculture, à qui on les doit sans perte d'aucune substance utilisable et sans avoir porté dans l'atmosphère aucune trace de matières odorantes ou nuisibles (1).

« Toutes ces conditions, conformes aux prescriptions formulées par le Conseil de salubrité et le Comité consultatif des arts et manufactures, peuvent être réalisées avec les procédés connus ou légèrement perfectionnés. Il reste seulement à savoir si les sommes considérables qu'il faudrait consacrer à cette réalisation seraient en proportion avec les avantages qu'en retireraient l'hygiène publique et la désinfection absolue des grandes villes. Rien ne dit, par exemple, que l'intérêt du capital ainsi dépensé, si on l'applique à l'amélioration du régime des hôpitaux, à l'assainissement des logements insalubres, etc., ne sauverait pas plus d'habitants de Paris chaque année que les épidémies partielles n'en peuvent faire périr.

« La science peut donc indiquer les solutions absolues, mais c'est aux économistes et aux ingénieurs à décider si leur application est désirable ou possible.

« Les analyses que je publie aujourd'hui prouvent seulement que les odeurs de Paris provenant de la terre noire placée au-dessous des pavés ne peuvent en aucune manière être nuisibles, à cause des produits empyreumatiques et antiseptiques qu'y apporte constamment le gaz d'éclairage. »

— M. *le ministre de la guerre* informe l'Académie que MM. *Chasles* et *Perrier* sont désignés pour faire partie du Conseil de perfectionnement de l'École polytechnique, au titre de membres de l'Académie des sciences.

— M. *le Secrétaire perpétuel* présente à l'Académie une notice biographique de *H.-A. Weddell*, par M. *Eug. Fournier*, et lit le passage suivant :

« Les recherches quinologiques de Weddell contiennent encore un fait dont la grande valeur, chose singulière, nous paraît avoir été ignorée de son vivant et par lui-même. Nous lisons en effet, dans l'*Histoire naturelle des Quinquinas*, qu'une même espèce de *Cinchona* a parfois deux sortes de fleurs : « Si les stigmates sont exserts, les anthères sont « presque sessiles dans le milieu du tube de la corolle; si, « au contraire, les anthères élevées sur leurs filets apparais- « sent à la gorge de cette enveloppe, le style alors se trouve « réduit et les stigmates occupent la place qu'occupaient dans « le cas précédent les anthères. En un mot, le développe- « ment du style et celui des étamines sont constamment en « raison inverse l'un de l'autre. » Ne voit-on pas là comme la première ébauche des observations tant répétées depuis en Angleterre sur le diphormisme floral? »

— M. *G. Bigourdan* communique ses observations de la nouvelle planète Coggia [217], faites à l'Observatoire de Paris (équatorial de la tour de l'Ouest).

— M. *G. Govi* rappelle que si l'on produit un spectre très pur avec de la lumière polarisée rectilignement, à laquelle on fait traverser d'abord une plaque de cristal de roche perpendiculaire à l'axe, puis un analyseur (prisme de Nicol, de Foucault, etc.), ce spectre est sillonné par une ou plusieurs bandes noires qui se déplacent quand on fait tourner soit le polariseur, soit l'analyseur. Le mouvement des bandes a lieu du rouge vers le violet ou du violet vers le rouge (l'analyseur ou le polariseur tournant toujours dans le même sens), suivant que la plaque de quartz interposée est *dextrogyre* ou *lévogyre*. On a donc, dans la direction de ce mouvement, un indice auquel on peut reconnaître, même en projection, le sens de la rotation imprimée au plan de polarisation par la substance interposée.

Si l'on prend comme limites du spectre les lignes B et G, il faut que la plaque de quartz ait environ $4^{mm},3$ d'épaisseur pour qu'on voie paraître sur le spectre une seule bande noire assez bien définie; avec un quartz de $8^{mm},5$, le spectre présente deux bandes à la fois; il y en a trois pour $17^{mm},0$, quatre pour $21^{mm},3$, cinq pour $29^{mm},9$, etc.

Supposons maintenant que, par un artifice quelconque, on puisse imprimer au spectre et à l'analyseur un même mouvement de rotation; le spectre ayant son extrémité rouge ou violette au centre du cercle dont il représente un rayon, on verra, si l'on tourne lentement, que la bande noire unique, par exemple, glissera sur le spectre de quantités sensiblement proportionnelles aux angles dont on aura fait tourner l'analyseur. Or un point qui glisse sur le rayon d'un cercle, proportionnellement à la quantité dont ce rayon tourne, décrit sur le plan du cercle une spirale d'Archimède; si donc le mouvement du spectre tournant est assez rapide pour que l'impression dans l'œil devienne continue, on verra se dessiner, dans l'espace ou sur l'écran, deux branches noires de spirales diamétralement opposées, sur un disque spectral ayant le violet ou le rouge au centre, et le rouge ou le violet à la circonférence.

Si au lieu d'une seule bande noire il y en a plusieurs sur le spectre, il paraît alors autant de doubles spirales équi-

(1) M. Chevreul a recommandé l'étanchéité absolue des fosses d'aisance : il est clair qu'elle est possible seulement par l'emploi des vases métalliques.

distantes qu'il y a de bandes noires dans le spectre, ce qui donne à ce phénomène beaucoup d'élégance.

— M. *L. Thollon* remarque que nous ne connaîtrons bien la constitution de l'atmosphère terrestre que le jour où nous aurons une connaissance exacte et complète des raies telluriques, des éléments qui les produisent, des variations d'intensité qu'elles éprouvent suivant la chaleur ou le froid, suivant l'état hygrométrique de l'air, suivant la hauteur du soleil au-dessus de l'horizon.

La marche à suivre dans ce long et pénible travail paraît tout indiquée : 1° résoudre les groupes telluriques en leurs éléments simples et séparer ainsi ces éléments les uns des autres aussi bien que des autres raies métalliques; 2° déterminer, avec toute l'exactitude possible, leurs positions sur l'échelle spectrométrique; 3° étudier avec soin leurs variations d'intensité et les circonstances qui s'y rattachent; 4° déduire de cette étude l'élément d'origine de chaque raie et vérifier expérimentalement ces déductions.

C'est le travail que M. Thollon a entrepris et dont il communique les premiers résultats.

— MM. *P. Hautefeuille* et *J. Chappuis* ont réussi à liquéfier l'ozone. Le mélange d'oxygène et d'ozone, contenant un gaz explosif, doit toujours être comprimé avec lenteur et refroidi; car, si l'on ne satisfait pas à ces conditions, l'ozone se décompose avec dégagement de chaleur et de lumière.

On peut le constater en comprimant l'oxygène dans un tube capillaire placé dans de l'eau à 25°; mais, si ce même gaz est refroidi à 23°, l'ozone qu'il contient peut être amené à une tension de 10 atmosphères et peut être conservé pendant des heures dans ces conditions de température et de pression si le gaz est séparé du mercure par une colonne d'acide sulfurique. On constate alors, comme dans l'expérience précédente, plus difficile à réaliser, que l'ozone est un gaz d'un beau bleu azur.

— M. *Biver* présente les résultats d'une nouvelle machine à tunnels, essayée à la Société des charbonnages des Bouches-du-Rhône.

— M. *P. de Broca* a inventé, pour le pointage des canons à longue portée, une lunette basée sur une disposition particulière des longues-vues en usage, qui permet de voir en même temps les objets les plus éloignés sur lesquels on peut avoir à tirer et ceux qui sont très rapprochés de l'œil, tels que la hausse et le guidon des bouches à feu, ainsi que l'objectif de la lunette elle-même.

— M. *F. Garcin* adresse une note sur les pertes en fabrication dans l'industrie du vinaigre.

Les pertes en fabrication par les procédés allemands sont dues en partie à l'évaporation, et en majeure partie à la combustion de l'acide acétique par le *mycoderma*. Cette combustion peut être prouvée par la proportion d'acide carbonique existant dans les produits de la ventilation des appareils.

En s'appuyant sur les travaux de M. Pasteur, on peut appliquer son procédé aux alcools mouillés et éviter ainsi deux tiers ou trois quarts de la perte, tout en n'employant que les matières premières de plus bas prix.

CHRONIQUE

École polytechnique. — Par décret du 20 septembre, ont été nommés élèves ingénieurs des mines les élèves de l'École polytechnique : MM. Termier, Labrosse-Lunyt, Leclère, Beaugey, Résal.

Par décret du 20 septembre, ont été nommés élèves ingénieurs des ponts et chaussées les élèves de l'École polytechnique : MM. Nention, Chervet, Lestorey de Boulogne, Picard, Bertrand, Sittler, Denizet, Pérard, Sentilhes, Quarré, Sallet, Bergès, de Lagarde, Jullidière, Griffon, Bunau, Daujon, Macaigne, Lauriol, Gérardin, Raby, Moudet, Henry, Wender, Mallat, Le Clère de Pulligny, Desprez, Cottalorda, Minard, Autanne, Lidy.

— Météorologie. — La science météorologique vient de faire une perte sensible dans la personne du *général Myer*, du « Signal service des États-Unis ». Ce fut lui qui, le premier, mit à exécution l'idée émise par le professeur Henry, qui consistait à se servir du télégraphe pour organiser un service de prédiction du temps. Sous sa direction, trois cartes météorologiques étaient publiées *chaque jour*, sans compter les cartes mensuelles qui servaient à récapituler les données des premières.

Une des œuvres les plus importantes du général Myer a été l'organisation de la météorologie internationale, dont le projet indiqué par lui, en 1873, au congrès de Vienne, avait paru presque impraticable.

Ajoutons que le général Myer avait trouvé en Le Verrier un aide des plus puissants et des plus actifs en Europe.

— La population du globe. — D'après le *Die Bevölkerung der Erde* publié par MM. Behm et Wagner, l'Europe a une population de 315 929 000; l'Asie, 834 707 000; l'Afrique, 205 679 000; l'Amérique, 95 495 000; l'Australie et la Polynésie, 431 000; les régions polaires, 82 000; ce qui donne un total de 1 455 923 000 et une augmentation de 16 778 000 sur les derniers recensements connus.

A la fin de 1877, l'Allemagne comptait une population de 43 943 000; l'Autriche-Hongrie, en 1879, 38 000 000; la Grande-Bretagne et l'Irlande, en 1879, 34 500 000; la France, en 1876, 36 900 000; la Turquie d'Europe, 8 860 000; l'Empire russe, 87 900 000.

En Asie, la Chine avec toutes ses dépendances a une étendue de 11 813 009 kilomètres carrés et une population de 434 600 000 habitants; Hongkong, 139 144 habitants; le Japon, d'après le recensement officiel de 1878, a une population de 34 300 000 habitants. Les possessions anglaises des Indes ont une population de 240 200 000; les possessions françaises aux Indes, 280 000; la Cochinchine, 1 600 000; l'Indo-Chine, 36 900 000; les îles des Indes orientales, 34 800 000; les îles de l'Océanie, 879 000.

D'après le docteur Nachtigal, l'Afrique a une étendue de 29 283 000 kilomètres carrés qui se divisent ainsi : forêts et terres cultivées, 6 300 000 kilomètres carrés; savanes, 6 235 000 kilomètres carrés; steppes, 4 200 000 kilomètres carrés; désert, 10 600 000 kilomètres carrés.

Les possessions anglaises du nord de l'Amérique ont une population de 3 800 000; les États-Unis, de 48 500 000; le Mexique, de 9 485 000; le Brésil, de 11 100 000.

Quant aux régions polaires, elles s'étendent autour du cercle arctique sur 3 859 000 kilomètres carrés à peu près inhabités, sauf l'Islande avec 72 000 habitants et le Groënland avec 10 000. Les régions antarctiques ont une étendue approximative de 660 000 kilomètres carrés.

— L'army-worm. — Un nouvel insecte ravage depuis quelque temps les exploitations agricoles des États-Unis. Ce vers de l'armée doit son nom à ce fait qu'il s'avance par escadrons, dans un ordre de marche d'une étonnante régularité et semble obéir à des chefs qui choisissent le terrain le plus favorable à leurs exploits. Cette armée détruit tout sur son passage, céréales, arbres fruitiers, végétaux de toute espèce. Ces déprédations qui ont lieu de préférence sur des terres basses et humides se font dans le jour. La nuit venue, les régiments rentrent dans les terrains couverts d'herbage. Un grand nombre de fermes des bords du Delaware ont été complètement ruinées par ces insectes.

— Cours d'enseignement secondaire. — Les cours d'enseignement secondaire pour les jeunes filles (*anciens cours Reaume et Feillet*), 18, rue Séguier, commenceront le mardi 5 octobre, sous la direction de M. *Van den Berg*, ancien élève de l'École normale supérieure. — Les cours d'enseignement musical commenceront le lundi 18 octobre, sous la direction de M. *Le Couppey*, professeur au Conservatoire de musique.

Le propriétaire-gérant : Germer Baillière.

Paris. — Impr. J. Claye. — A. Quantin et Cie, rue St-Benoît. [1485]

LA

REVUE SCIENTIFIQUE

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

REVUE DES COURS SCIENTIFIQUES (2E SÉRIE)

DIRECTEURS : MM. ANTOINE BREGUET ET CHARLES RICHET

2e SÉRIE — 10e ANNÉE NUMÉRO 15 9 OCTOBRE 1880

Paris, le 8 octobre 1880.

Le colonel Perrier vient de faire à l'Académie des sciences une intéressante communication sur l'exploration militaire et géographique envoyée par le gouvernement français dans la région comprise entre le haut Sénégal et le Niger.

Cette mission, placée sous les ordres du commandant Desbordes, a pour but d'explorer le territoire qui s'est placé sous notre protectorat et de relier par une voie ferrée nos possessions françaises du Sénégal avec le bassin du Niger, et, par suite, avec le Soudan.

Le personnel de la mission se compose de troupes de marine au nombre de 700, chargées d'assurer la sécurité de la colonne et de construire les fortins qui doivent jalonner la route entre le Sénégal et le Niger.

A cette colonne, dont le rôle est purement militaire, vient s'adjoindre un personnel d'officiers astronomes, géodésiens et topographes, ainsi composé : Brigade topographique : M. Derrien, chef d'escadron d'état-major, commandant la brigade; MM. Sever, capitaine du génie, et Saillenfesse, capitaine d'état-major, chargés des travaux de géodésie; M. de Kersabiec, lieutenant de vaisseau, chargé des observations astronomiques; MM. Rivals, lieutenant d'artillerie, et Delcroix, sous-lieutenant à la légion étrangère, chargés des travaux de topographie; MM. de La Houé, capitaine de hussards, et Brosselard, sous-lieutenant d'infanterie, chargés de la photographie et des dessins. M. Brosselard a fait partie, l'année dernière, de l'expédition Flatters.

Compagnie auxiliaire d'ouvriers d'artillerie, MM. le capitaine Archinard, le lieutenant Lecostey, les sous-lieutenants Vallerant et Poisant.

Commandement supérieur des troupes et direction générale des travaux entre le Sénégal et le Niger : le chef d'escadron d'artillerie Borguis-Desbordes, qui a comme officier d'ordonnance le capitaine Girard du Demaine et pour secrétaire le lieutenant d'artillerie de marine Gasquet.

L'expédition s'est embarquée à Bordeaux, le 5 octobre, sur le paquebot *l'Équateur*, pour se rendre à Saint-Louis.

De Saint-Louis, les explorateurs remonteront le Sénégal en bateau jusqu'à Médine et prendront ensuite la voie de terre en longeant la rive gauche du fleuve jusqu'à Bafoulabé, au confluent du Bafing et du Bakhoy, à 300 lieues environ de la côte. Alors commenceront les travaux : construction des fortins, organisation des convois, reconnaissance et levé du terrain.

« Les brigades topographiques, dit le programme des opérations, auront à faire une reconnaissance complète et, s'il est possible, la triangulation générale de tout le terrain compris entre Bafoulabé sur le Sénégal, d'une part, et, d'autre part, Dina et Bamakou sur le Niger; elles devront surtout déterminer les positions géographiques et les altitudes des sommets, cols, plateaux, etc., ainsi que la configuration des vallées, leur largeur, leur profondeur, etc.

« Le but cherché est un levé général du terrain, pour faciliter l'étude du tracé de la voie ferrée qui, partant de Médine et passant par Bafoulabé et Fangalla, aboutira au Niger. »

Au delà de Bafoulabé, la colonne se dirigera en suivant la rivière vers la station de Fangalla. Le tracé de la voie ferrée doit longer le cours même du fleuve; mais à partir de ce point une reconnaissance topographique détaillée pourra seule indiquer le meilleur tracé qu'il convient de suivre.

Toutefois, il est permis d'espérer qu'aucun obstacle insurmontable n'arrêtera l'expédition dans sa marche vers le sud-ouest, et qu'elle pourra atteindre la ligne de séparation des deux bassins et trouver un passage facile jusqu'à Bamakou ou Dina.

L'œuvre entreprise intéresse au plus haut point l'avenir de nos colonies du Sénégal; aussi souhaitons-nous qu'elle réussisse.

MÉTALLURGIE

Une révolution dans l'industrie du fer.

Il s'accomplit actuellement, dans la métallurgie, une révolution importante, datant de vingt années à peine, et destinée sans doute à aboutir à l'abandon à peu près complet d'un métal universellement employé, le plus commun de tous, le fer soudé qui va se trouver remplacé par un métal entièrement nouveau, obtenu par des procédés tout à fait différents, l'acier fondu.

C'est là un fait particulièrement intéressant et sur lequel nous croyons devoir insister dans cette étude, car les modifications apportées dans l'industrie métallurgique ont toujours eu une influence considérable sur la destinée des peuples, et celle que nous signalons ici est loin d'avoir épuisé toutes ses conséquences.

Les anciens distinguaient les différents âges de l'humanité d'après la nature du métal qu'elle employait; après l'âge d'or, était venu l'âge de bronze auquel avait succédé l'âge de fer; ne sommes-nous pas en droit de dire dans une certaine mesure que c'est l'âge de l'acier qui commence. Sans doute, au point de vue chimique, c'est toujours le même métal, et ses réactions restent bien identiques; cependant les propriétés mécaniques sont sensiblement modifiées, et surtout le mode de préparation est entièrement transformé, car nous sommes en présence d'un produit tout à fait homogène et non soudant, obtenu à l'état de fusion, tandis qu'on n'avait jamais pu liquéfier le fer; enfin, il peut être préparé en grandes masses pour fournir des lingots énormes pesant jusqu'à 120 000 kilogr., par exemple, comme celui qui figurait à l'exposition du Creusot, et dans des conditions qu'on n'aurait jamais pu songer à réaliser avec le fer soudé.

I.

TRANSFORMATIONS SUCCESSIVES DE LA MÉTALLURGIE DU FER.

La préparation du fer a réalisé dans l'histoire de l'humanité un progrès immense dont nous pouvons à peine nous faire une idée aujourd'hui en supposant que ce métal nous soit enlevé tout à coup: toutes les industries seraient arrêtées immédiatement, puisque les machines et les outils qu'elles emploient sont en fer. Il n'est peut-être pas un seul de nos besoins que, dans l'état actuel de notre civilisation, ce métal ne soit appelé plus ou moins directement à satisfaire et qui ne nous en ferait sentir l'absence aussitôt; de sorte que le fer, si dédaigné des anciens, parce qu'il était dépourvu de l'éclat inaltérable de l'or et du bronze, est pour nous précieux entre tous, et le plus nécessaire des métaux.

Cependant, bien des siècles se sont écoulés avant que les premiers chimistes aient songé à le retirer de ses minerais; car, si les paillettes d'or charriées avec les sables des fleuves ont dû se révéler immédiatement à l'attention des premiers hommes, et si les minerais du cuivre et de l'étain possédaient une couleur et surtout une densité particulières qui ont dû donner l'idée d'y rechercher des métaux nouveaux par un traitement d'ailleurs facile à appliquer, les minerais du fer, au contraire, ne se distinguaient par aucune propriété apparente, et il a fallu de longues séries de recherches avant qu'on pût arriver à penser qu'une argile terreuse et sans consistance, comme la limonite et la plupart des minerais de fer, pourrait donner un métal dont la résistance et la ténacité seraient supérieures à celles de tous les métaux connus.

Pendant longtemps d'ailleurs, le fer resta toujours un métal précieux en raison de sa rareté et de la difficulté de la préparation, et il ne fut guère employé qu'à l'état d'acier pour la fabrication des outils, en raison de la dureté spéciale qu'il présente sous cette forme. On trouve, en effet, dans Homère, que la trempe du bronze et de l'acier était connue de son temps; mais les objets en acier trempé étaient particulièrement rares, et nous voyons, dans l'*Iliade*, qu'Achille propose en prix, dans un concours, des haches de fer et un bloc de fer brut qui semble avoir été un aérolithe, d'après M. Dufréné. En général, les glaives et les javelots des différents héros sont en bronze ou en airain, et il est facile de voir, d'après la description des combats singuliers, que ces armes possédaient une résistance bien faible, et les combattants auraient certainement employé le fer s'il avait été plus commun (1).

Le fer employé à cette époque se rencontrait quelquefois à l'état à peu près pur dans des blocs tombés peut-être avec un aérolithe ou venus ainsi à l'état natif à la surface de la terre, comme M. Nordenskiöld en a rencontré *récemment* des exemples dans ses voyages au milieu des régions polaires (2). Plus tard, on dut employer des minerais présentant un aspect métallique assez prononcé, comme le fer oligiste de l'île d'Elbe et quelques autres. On les décomposait en les faisant fondre avec les végétaux dont le carbone agissait comme réducteur de l'oxyde. Toutefois, ces minéraux sont assez rares; et avec les procédés de traitement si imparfaits qui étaient suivis, la plus forte proportion du fer passait dans la scorie. Du temps des Étrusques, par exemple, l'île d'Elbe était remplie d'ateliers de fabrication du fer, et, malgré les perfectionnements que ces peuples avaient pu apporter dans les méthodes employées, les scories qui sont restées renferment

(1) Cf. *Iliade*. Consultez également l'intéressante *Étude sur l'origine et les progrès de l'industrie*, publiée par M. Henri Dufréné, chez Lacroix. — Voir aussi *Revue sc.*, 24 avril 1880.

Malgré l'intervalle de temps si considérable qui s'est écoulé depuis l'âge du silex jusqu'à la préparation du fer, il est curieux de remarquer qu'on retrouve souvent des silex employés par des populations qui connaissaient déjà ce métal. Nous croyons devoir à ce sujet signaler le fait suivant, qui est particulièrement intéressant, en raison de sa rareté : nous avons pu voir, dans un petit village de l'Oise, dans une collection particulière d'objets trouvés dans la localité par M. Desauty, un fort beau grattoir en silex, de $0^{m},12$ de largeur, portant encore l'extrémité du manche en fer sur lequel il avait dû être adapté. — Cf. *Notice archéologique sur Auteuil*, publiée à Beauvais, par M. l'abbé Deladreue, correspondant du ministère de l'instruction publique.

(2) Cf. Notice de M. Stanislas Meunier sur les *Voyages de M. Nordenskiöld*.

encore, d'après M. Simonin, plus de 20 0/0 de fer (1), et elles pourraient être traitées aujourd'hui comme un véritable minerai pour en extraire ce métal, si le prix en était plus élevé, comme on le fait actuellement pour les scories de métaux plus précieux laissées également par les anciens.

II.

PRÉPARATION DU FER AU BAS FOYER.

Ces premiers procédés, qui sont encore d'ailleurs suivis aujourd'hui par certaines peuplades de l'Inde, se transmirent en Europe avec quelques modifications à travers les âges; toutefois, le principe du travail se conserva toujours le même, seulement les minerais traités furent réduits à l'aide du charbon de bois qui remplaça les végétaux employés directement jusqu'alors et permit d'obtenir une température plus élevée.

C'est au xvie siècle seulement qu'on sépara en deux opérations distinctes le travail de réduction du minerai; dans la première, on fabriqua la fonte, fer plus carburé, facile à couler et pouvant recevoir par le moulage une forme déterminée. Dans une opération ultérieure effectuée en présence d'un milieu oxydant, la fonte est débarrassée de son carbone qui se combine avec l'oxygène et se dégage à l'état gazeux; elle est transformée en un produit spongieux, infusible à la température du four, et qu'un martelage énergique peut seul nettoyer des scories entraînées et transformer en fer malléable.

La fonte était préparée, comme elle l'est encore actuellement, dans un haut fourneau dont les dimensions allèrent toujours en augmentant de manière à obtenir une température plus élevée et à faciliter la réduction du minerai; le fer était fabriqué à l'état de petites loupes dans un appareil de dimensions restreintes appelé *bas foyer.* Nous croyons devoir donner ici quelques détails sur cette opération du *finage,* qui tend à disparaître aujourd'hui après être restée pendant longtemps le seul procédé de traitement suivi.

La gueuse de fonte est chargée au-dessus d'un tas de charbons en ignition qui remplit le foyer, dont la profondeur ne dépasse guère 0^m^,25; elle se fond peu à peu et le métal liquide s'accumule au bas du foyer au-dessous du bain des scories siliceuses provenant de l'opération précédente. En même temps, on insuffle dans le bain un courant d'air énergique au moyen de la *trompe,* sorte de soufflet spécial employé autrefois, et dans lequel l'aspiration des molécules d'air est déterminée par l'entraînement d'un courant d'eau; quand la fusion du bain est complète, les matières étrangères contenues dans la fonte s'oxydent peu à peu pour passer dans la scorie en se combinant avec l'oxyde de fer, puis le carbone est attaqué à son tour et se dégage à l'état d'acide carbonique.

Pendant ces réactions, la fonte prend nature à mesure que la décarburation s'avance; elle perd sa fluidité et se transforme en grumeaux plus consistants. L'ouvrier doit juger de la rapidité avec laquelle cette transformation s'opère, afin de l'accélérer ou de la ralentir suivant qu'il est nécessaire; puis lorsqu'elle est assez avancée, il laisse le laitier s'écouler par un trou pratiqué dans la paroi de varne, et il donne le vent sous une forte pression afin d'obtenir une température plus élevée. Il soulève alors peu à peu avec son crochet les grumeaux de fonte agglomérée afin de les amener devant le courant d'air et favoriser l'expulsion du carbone restant. En même temps que le fer devient de plus en plus soudant, il agglomère les différents grumeaux pour former une loupe, et il soulève tous ceux qui sont égarés dans les angles pour les ramener dans l'atmosphère oxydante. Le travail devient de plus en plus pénible; les morceaux retombent inégalement; les crochets qu'emploie l'ouvrier s'échauffent rapidement, il doit les changer au bout de quelques minutes au plus et les plonger dans un bain d'eau froide pour les refroidir; il lui faut en même temps apporter une attention soutenue pour atteindre, sans le dépasser, le degré de décarburation convenable, et corriger, s'il y a lieu, la composition du bain en ajoutant un peu de scories basiques, de rognures et de ferrailles afin de favoriser l'affinage.

A la fin de l'opération, quand la loupe est bien formée, on laisse tomber le vent, et on découvre le feu; plusieurs ouvriers se réunissent pour extraire la loupe qu'ils soulèvent avec leurs crochets pour la porter sous le marteau et expulser les scories dont elle est imprégnée. Les marteaux employés dans les anciennes forges étaient tous mis en mouvement par des roues hydrauliques et soulevés par des cames. La loupe est coupée en deux après avoir été cinglée et les deux lopins qu'on obtient sont réchauffés au bas foyer pour être étirés ensuite sous le marteau frontal et transformés en barres marchandes.

L'opération dure deux heures environ et elle fournit 80 à 100 kilogrammes de fer marchand. Le déchet est très considérable; il atteint près d'un tiers, car il faut environ 135 kilogr. de fonte pour obtenir 100 kilogr. de fer forgé. La consommation de charbon de bois n'est pas moins élevée, elle est environ de 1800 kilogr. par tonne. La production mensuelle d'un bas foyer n'est guère supérieure à dix-huit tonnes.

Nous avons dit plus haut combien ce travail était pénible pour les ouvriers, car ils doivent développer une force physique considérable pour remuer la loupe à l'extrémité de leurs crochets; ils travaillent toujours vêtus seulement d'une longue chemise avec une jambière en cuir sur le genou gauche, qui leur fournit un point d'appui pour manœuvrer les ringards; ils sont exposés au rayonnement d'une chaleur intense, et ils doivent habituer leurs yeux à distinguer l'aspect du métal dans le foyer ardent.

Telle est la méthode de fabrication du fer au bas foyer qui resta universellement appliquée jusqu'au siècle dernier, et qui recevait des noms divers, suivant les différents pays où elle était en œuvre. Nous n'insisterons pas ici sur ces différentes formules de travail (de Styrie, de Franche-Comté, de Bourgogne, des pays wallons, de Bergame, etc.), car elles ne présentent avec le procédé type que des différences secondaires.

(1) M. Girardin : *les Arts industriels dans l'ancienne Étrurie.*

Aujourd'hui, cette méthode est entièrement délaissée; elle n'est plus guère appliquée en France que dans certains pays écartés des centres industriels, entièrement boisés, traversés par des torrents qui fournissent dans l'usine la force motrice et servent en même temps à transporter le bois nécessaire à la préparation du charbon. L'usine d'Audincourt, dont les produits d'une qualité exceptionnelle jouissent d'une réputation méritée, peut encore, en raison de sa situation favorable, fabriquer, dans ces conditions, la fonte et le fer uniquement au charbon de bois; mais elle a dû, pour obtenir facilement le combustible nécessaire, écarter à une certaine distance, en les répartissant sur le cours du Doubs, les usines qu'elle possède dans la vallée de cette rivière.

C'est qu'en effet un pareil procédé n'est plus applicable aujourd'hui en présence du déboisement général dont il a été longtemps la cause principale. La fabrication d'une tonne de fer exige, en effet, quatre tonnes environ de charbon de bois, dont deux sont absorbées par la préparation de la fonte et les deux autres par le travail d'affinage; or une tonne de charbon exige environ cinq tonnes de bois, de sorte qu'un kilogr. de fer obtenu par ce mode de traitement représente vingt kilogr. de bois. On conçoit immédiatement que, dans de pareilles conditions, le bois, qui se régénère si lentement, devrait atteindre un prix plus élevé et même faire bientôt défaut, surtout en présence du développement si rapide que prend actuellement la consommation du fer.

III.

PRÉPARATION DU FER PUDDLÉ.

L'emploi de la houille, ce nouveau combustible qu'on est arrivé à extraire du sol en si grande abondance à partir du siècle dernier, a donc amené une révolution complète et a donné un nouvel essor à l'industrie métallurgique alors périclitante, en permettant de fabriquer un fer un peu moins pur, il est vrai, mais dans des conditions de rapidité et de bon marché inconnues jusqu'alors. Il en est résulté un procédé de traitement entièrement nouveau, exigeant pour la préparation du fer des appareils tout à fait différents du bas foyer (1). La fonte fut toujours préparée en réduisant au haut fourneau, au moyen de la houille et plus tard du coke, le minerai traité; et, comme le nouveau combustible permet d'obtenir une température beaucoup plus élevée, on a pu augmenter considérablement le volume de ces appareils et traiter un poids de minerai quatre à cinq fois supérieur, en réduisant, d'autre part, la consommation du combustible. Seulement, comme la houille est beaucoup plus impure que le charbon de bois, le soufre renfermé dans le coke résultant se mélange avec la fonte obtenue et donne un produit de qualité inférieure.

(1) Production du fer au bas foyer, en 1876 :

États-Unis, 20 784 tonnes. — Allemagne, 15 541 tonnes. — France, 18 502 tonnes.

Production du fer puddlé :

États-Unis, 1 144 219 tonnes. — Allemagne, 960 558 tonnes. — France, 621 082 tonnes.

Dans la fabrication du fer, il faut éliminer le soufre ainsi contenu dans la fonte et éviter en outre de laisser en contact avec la matière à élaborer le combustible employé, car on n'obtiendrait qu'un fer sulfureux et tout à fait cassant. On y a réussi à l'aide d'un appareil spécial, le four à réverbère construit par Cort à la fin du siècle dernier, et qui permet d'opérer l'affinage de la fonte dans un laboratoire spécial isolé du foyer. La houille se distille en quelque sorte sur la grille, les gaz qu'elle dégage viennent se brûler sur la sole du four à réverbère, et la haute température qu'ils y développent par leur combustion détermine la fusion et favorise l'affinage de la fonte. Du reste, l'atmosphère du four est oxydante comme au bas foyer, et les réactions qui s'accomplissent restent toujours à peu près les mêmes, elles sont favorisées d'ailleurs par la composition basique des soles actuelles; la fonte chargée se liquéfie peu à peu, les matières étrangères qu'elle contient s'oxydent et forment des acides qui se combinent avec l'oxyde de fer et passent dans la scorie; puis, le carbone se dégage sous forme d'oxyde de carbone en même temps qu'il se produit dans le bain un bouillonnement considérable pendant la formation des grumeaux. On retrouve là les mêmes périodes de travail que dans la méthode au bas foyer; il faut maintenir le bain de fonte dans un état d'agitation continuelle, le brasser avec les ringards (en anglais *to puddle*, d'où est venu le mot puddler) afin d'en exposer toutes les parties à l'action du courant gazeux, ramener dans le bain celles qui s'en écarteraient, et lorsque les grumeaux commencent à apparaître, les rouler dans la scorie affinante afin de préparer la loupe à cingler. Celle-ci est retirée habituellement du four lorsque son poids atteint 50 kilogr. environ, et on obtient ainsi quatre pareilles loupes pour un bain de fonte de 200 kilogr.

L'opération dure deux heures environ pour la fabrication du fer de qualité supérieure dans le puddlage bouillant de la fonte grise; elle exige 120 à 150 kilogr. de houille par 100 kilogr. de fer obtenu. Le puddlage froid des fontes blanches en consomme seulement 80 kilogr.

Le travail du puddlage est aussi pénible pour les ouvriers que celui de l'affinage au bas foyer; il faut des hommes très vigoureux, parfaitement habitués à ce rude labeur, en raison de la force physique et de l'attention qu'il exige, et ils ne peuvent guère le continuer lorsqu'ils ont dépassé l'âge de quarante ans.

La loupe sortant du four est cinglée sous un marteau pilon mû à la vapeur qui a remplacé le marteau à came des installations anciennes. Ces appareils, dont l'invention remonte à quarante années à peine, ont pris de nos jours un développement réellement gigantesque pour la fabrication des grosses pièces en acier fondu; ceux qu'on emploie pour le martelage des loupes agissent d'une manière beaucoup plus rapide que le marteau à came, mais il arrive souvent que la soudure du fer est moins parfaite.

Le fer corroyé est ensuite étiré en barres marchandes entre les rouleaux d'un laminoir, appareil qui complète en quelque sorte le four à puddler. On réalise ainsi un étirage beaucoup plus rapide, souvent aussi aux dépens de la soudure qui reste inférieure à celle du fer au bois corroyé.

Grâce à ces dispositions nouvelles, la production d'un four était facilement triplée ; elle n'exigeait plus un combustible aussi rare et cher que le charbon de bois, et la fabrication du fer prit alors un développement inconnu jusque-là. Presque toutes les usines renoncèrent peu à peu aux anciens procédés de fabrication pour adopter le four à puddler, elles vinrent se grouper sur les bassins houillers pour diminuer les frais de transport du combustible employé ; l'usine d'Audincourt et quelques autres du Doubs et des Pyrénées sont les seules en France qui gardent encore aujourd'hui l'ancien procédé. Partout ailleurs, les hauts fourneaux au charbon de bois se sont éteints, ou ils ont été remplacés par des fours au coke, et les bas foyers par des fours à puddler.

IV.

SUBSTITUTION DE L'ACIER FONDU AU FER FORGÉ.

Les procédés, dont nous allons nous occuper maintenant, ont amené, au contraire, dans la métallurgie une transformation peut être plus importante que celle qui est résultée de l'invention du puddlage. Ils ont substitué au fer forgé un produit nouveau, tenace et malléable comme le fer et possédant en même temps une homogénéité qu'il n'a pas; ce produit est connu actuellement sous le nom d'*acier* ou de *métal fondu*. Mais il ne faut pas oublier qu'il diffère notablement de l'acier tel qu'on l'entendait autrefois, acier qui prenait la trempe et n'était guère malléable. L'acier fondu, au contraire, peut s'étirer comme le fer; il n'est généralement pas affecté par la trempe, et sa teneur en carbone est intermédiaire entre celle du fer et de la fonte.

Ce produit nouveau, qui ne rentrait pas dans les catégories anciennes, est devenu, dès son apparition, l'objet de vives discussions de la part des métallurgistes. Les uns, comme M. Grüner, voulaient classer seulement parmi les aciers les produits susceptibles de prendre la trempe; d'autres, au contraire, voulaient comprendre sous cette dénomination les produits fondus et étirables lors même qu'ils ne la prendraient pas. Plus récemment, à l'occasion de l'Exposition de Philadelphie, le jury, composé des métallurgistes les plus éminents, MM. Grüner, Bell, Tunner, Wedding, Akerman, Holby, Egleston, a recommandé les désignations suivantes qui seraient plus précises :

On appellerait *acier soudé* (anglais, *weld-steel;* allemand, *schweiss-stahl*) tout produit obtenu à l'état spongieux et susceptible de tremper; *fer soudé* (anglais, *weld-iron;* allemand, *schweiss-eisen*), tout produit similaire qui ne tremperait pas; —*acier fondu* (anglais, *ingot-steel;* allemand, *flüss-stahl*) tout produit obtenu à l'état fondu et susceptible de tremper; *fer fondu* (anglais, *ingot-iron;* allemand, *fluss-eisen*), tout produit similaire ne trempant pas.

Une pareille nomenclature serait en désaccord avec le langage ordinaire, car elle ferait rentrer le nouveau métal dans la catégorie des fers au lieu de celle des aciers.

Avant de parler des procédés de fabrication, nous croyons devoir donner ici quelques détails sur la production de l'acier, afin de bien faire sentir par les chiffres l'importance de la révolution actuelle qui tend à remplacer le fer soudé par l'acier fondu pour la plupart des applications.

Pour les rails, par exemple, ceux en acier fondu s'usent régulièrement en conservant toujours une section semblable; ils présentent une durée indéfinie, pour ainsi dire, tandis que les rails en fer soudé sont moins homogènes, s'exfolient toujours en quelque point et doivent être remplacés au bout d'une dizaine d'années environ. La plupart des compagnies de chemins de fer, en France et dans les pays étrangers, ont aujourd'hui absolument renoncé à l'emploi des rails en fer, après avoir longtemps hésité cependant, car on se représentait toujours l'acier comme un métal cassant et dépourvu de malléabilité; et, comme le rappelait dernièrement M. Bessemer, c'est avec la plus grande peine qu'il put arriver à décider, il y a vingt ans environ, le directeur du *North Western Railway* à tenter sur son réseau la première application des rails d'acier. Aujourd'hui, presque tout le matériel du *North Western* est en acier fondu.

Pour le matériel roulant des chemins de fer, l'acier fondu tend également, surtout pour les bandages et les essieux, à devenir d'un usage général. On a pu augmenter, en effet, avec le nouveau métal, la production d'une matière tout à fait inusitée, et abaisser le prix de vente dans une proportion très considérable. La fabrication d'un bandage en acier fondu n'exige plus aujourd'hui que deux ou trois chaudes au plus, tandis que celle d'un bandage en fer n'en demandait pas moins de dix environ.

Dans la marine française, on emploie l'acier d'une manière presque exclusive, car ce métal présente une résistance et un allongement à la rupture bien supérieurs à ceux du fer forgé, et on arrive ainsi, tout en conservant la même résistance, à diminuer notablement le poids des pièces. C'est là une considération particulièrement importante pour les navires dont le poids est limité, puisqu'on peut, en revanche, augmenter les poids de l'artillerie, la cuirasse de la machine, etc. En 1873, on a fabriqué à Lorient trois bateaux à vapeur tout entiers en acier, sauf la carène, et trois autres, en 1874, à Brest.

Le tableau que nous reproduisons ici donne la production de l'acier fondu de 1870 à 1878, d'après les tables du professeur Akermann. Il montre l'extension que cette fabrication naissante a prise en quelques années, et il fait voir en même temps la rapidité avec laquelle ce produit nouveau tend à se substituer définitivement au fer soudé.

PRODUCTION DE L'ACIER FONDU.

Production de la France (d'après les statistiques officielles).

	Années. 1875.	1877.	1878.
	Tonnes.	Tonnes.	Tonnes.
Rails en fer	119 384	60 351	40 933
Rails en acier	178 368	193 776	249 550
Tôles d'acier	7 351	13 288	15 131

Diminution des fers de 1878 à 1879, 13 950 tonnes.

Production annuelle des principales usines de France en 1877.

	Rails en fer.	Rails en acier.
	Tonnes.	Tonnes.
Creusot	9 241	41 166
Usines de la Loire	851	61 195
— du Gard	1 583	20 116
— de l'Allier	1 380	15 500

Angleterre.

Années.	1870.	1873.	1875.	1876.	1878.
	Tonnes.	Tonnes.	Tonnes.	Tonnes.	Tonnes.
Métal Bessemer	215 000	496 000	620 000	700 000	807 527
Métal Martin-Siemens	»	77 500	88 000	128 000	174 000
Totaux	215 000	573 500	708 000	828 000	981 527

Allemagne.

Années.	1873.	1875.	1876.	1878.
	Tonnes.	Tonnes.	Tonnes.	Tonnes.
Métal Bessemer	145 912	251 435	288 357	425 157
— Martin-Siemens	15 255	15 909	21 046	42 798
Totaux	161 167	267 344	309 403	467 955

États-Unis.

Années.	1873.	1875.	1876.	1878.
	Tonnes.	Tonnes.	Tonnes.	Tonnes.
Métal Bessemer	170 652	375 517	525 996	732 226
— Martin-Siemens	3 500	9 050	21 490	36 126
Rails en acier	129 015	290 863	412 461	550 398
Rails en fer	761 062	501 649	467 168	332 287

Préparation de l'acier fondu au convertisseur Bessemer.

L'acier fondu se fabrique actuellement au convertisseur Bessemer ou sur la sole du four Martin-Siemens. Le convertisseur Bessemer comprend une grande cuve, pouvant contenir environ sept à huit tonnes de fonte liquide; on y verse le métal en fusion et on insuffle dans le fond du bain, sous une pression de deux atmosphères environ, un courant d'air qui doit le traverser tout entier avant de se dégager dans l'atmosphère. Dans de pareilles conditions, la fonte en fusion n'est pas figée, comme on l'avait redouté au premier abord; il se développe, au contraire, une réaction chimique très intense, accompagnée d'une forte élévation de température, résultant de la combustion des matières étrangères contenues dans la fonte. Le silicium est attaqué le premier, et il se produit une abondante gerbe d'étincelles, chargées de silice et d'oxyde de fer, qui sont projetées de toutes parts hors de la cuve. Au bout de cinq à six minutes, le carbone est attaqué à son tour; et il se dégage des flammes bleues d'oxyde de carbone, qui acquièrent bientôt une grande intensité et diminuent peu à peu au bout de quelques minutes, lorsque la plus grande partie du carbone contenue dans la fonte est consumée. On dit alors que la flamme rentre dans le convertisseur, et si l'on continuait à souffler, on déterminerait l'oxydation du fer, comme nous l'avons déjà dit à propos des essais de déphosphoration (1). On fait généralement des prises d'essai dans le cours de l'opération en coulant un peu de métal et en examinant les propriétés physiques de l'éprouvette obtenue.

On arrête le vent dès que cet essai paraît donner des résultats satisfaisants. Toutefois, dans le traitement des fontes ordinaires, comme on dépasse toujours en soufflant le degré de décarburation convenable, on est obligé d'ajouter dans le bain une certaine proportion d'une fonte manganésée spéciale, le *spiegel,* dont le carbone se dilue dans le bain et ramène le métal fluide à la teneur voulue, en même temps que le manganèse absorbe l'oxygène en excès. Le métal est enfin versé dans une poche mobile et coulé en lingots pour être ensuite étiré au laminoir comme le fer soudé.

Cette opération est certainement une des plus belles qu'on puisse rencontrer dans la métallurgie, car elle permet de transformer en acier 8000 kilogrammes de fonte en quelques minutes seulement, une demi-heure à peine, sans aucune dépense directe de combustible, puisque la chaleur dégagée par les réactions résultant de l'affinage de la fonte suffit à conserver l'acier en fusion, ce qu'on n'avait pu obtenir encore avec aucun des anciens procédés. En outre, elle permet de régler à volonté la nature et les qualités physiques du produit, car elle fournit exactement la teneur en carbone et le degré de dureté qu'on veut obtenir. Enfin, la manœuvre du convertisseur s'opère entièrement à l'aide d appareils hydrauliques, et c'est vraiment un spectacle des plus curieux que de voir cette lourde et grosse cuve s'inclinant ou se relevant doucement, sans aucun effort apparent, par une simple manœuvre de robinets. Combien de peines et de fatigues il en coûte, au contraire, au puddleur pour fabriquer en deux heures sur la sole de son four ces loupes spongieuses, renfermant au plus 200 kilogrammes d'un fer souillé par les scories, qu'il faudra ensuite nettoyer et souder sous le pilon.

Préparation de l'acier fondu sur sole au four Martin-Siemens.

A côté des avantages que nous venons de signaler, le Bessemer présente, pour la préparation de l'acier fondu, différents inconvénients, qui ont obligé à y renoncer pour certaines natures de fontes, et à pratiquer la fusion de l'acier sur sole dans le four Martin-Siemens. Le Bessemer exige, en effet, des fontes grises, dont le silicium, en s'oxydant, fournit la température nécessaire à la réaction; il exclut totalement le soufre, ce qui rend assez difficile la préparation au haut fourneau des fontes à traiter, tandis que le four Martin-Siemens permet, au contraire, le traitement des fontes sulfureuses.

Avec ce dernier appareil, la réaction s'opère sur une sole analogue, mais de dimensions supérieures à celles d'un four à puddler ordinaire; et de plus, l'emploi des gazogènes et des chambres de réchauffement permet d'obtenir dans le laboratoire une température suffisante pour déterminer la fusion de l'acier.

(1) Voir pages 1130 à 1132, n° 48, 9e année, 2e série.

L'affinage de la fonte s'opère par deux procédés différents, suivant que l'on emploie ou non des matières déjà affinées, des riblons (en anglais, *scraps*).

Dans le *scrap process*, on introduit d'abord dans le four un bain de fonte formant à peu près le quart du poids de la coulée à obtenir. Lorsque le métal est bien fondu on ajoute les riblons déjà portés au rouge; ceux-ci sont amenés rapidement à la température de fusion, en présence de la fonte liquide; en même temps, le carbone de la fonte se dilue dans le bain, et les matières étrangères, le silicium et le soufre, s'oxydent peu à peu pour se combiner avec le fer et passer dans la scorie. On arrête l'opération quand le carbone est attaqué à son tour et commence à se dégager dans les flammes bleues d'oxyde de carbone. On ajoute alors un réducteur spécial destiné à absorber l'oxygène retenu dans l'acier en fusion. On emploie habituellement la fonte Spiegel tenant 3 à 4 pour 100 de manganèse; et, si l'on désire un métal d'une douceur spéciale, il faut employer un alliage plus riche en manganèse, le *ferro-manganèse* qui en tient 70 pour 100 et qui permet ainsi d'en introduire la même quantité, tout en diminuant la proportion de carbone; car ce métalloïde, en se répartissant dans le bain, durcirait l'acier obtenu.

Dans l'*ore process* ou méthode au *minerai*, on prépare d'abord dans le four un bain de fonte liquide, auquel on ajoute pour l'affiner une certaine proportion, 15 à 20 pour 100 environ de minerai siliceux et riche; on termine l'opération, comme dans le cas précédent, par une addition de spiegel ou de ferro-manganèse.

La coulée de l'acier fondu s'opère dans les mêmes conditions qu'au Bessemer; une opération, qui dure deux heures environ, permet de traiter 8000 kilogr. d'acier.

Préparation de l'acier sans soufflures.

Les lingots d'acier fondu obtenus dans ces deux procédés ne sont pas toujours absolument sains sur les bords; ils présentent généralement quelques soufflures, qui doivent disparaître dans le travail de forge ultérieur. Ces vides, qu'on remarque à l'intérieur du métal, forment autant de solutions de continuité qui pourraient compromettre la résistance des pièces forgées; ils paraissent devoir être attribués au dégagement des bulles d'oxyde de carbone qui s'opère au moment de la coulée. On a cherché à les éviter en créant au-dessus du lingot, par divers procédés, comme l'ont fait notamment MM. Witworth et Ed. Thomson (1), une pression artificielle capable d'empêcher le dégagement du gaz et à l'obliger, en quelque sorte, à rester en dissolution dans le métal.

Les effets de la compression de l'acier fluide ont fait l'objet, devant le meeting des ingénieurs anglais, d'une vive discussion que nous n'essayerons pas de résumer, car elle n'a pu aboutir à une explication acceptée de tous: les uns pensaient que les gaz restaient dissous dans le métal; d'autres, au contraire, qu'ils étaient expulsés entièrement et se dégageaient entre les parois du moule et le lingot comprimé; d'autres, enfin, cherchaient à expliquer ces résultats en déclarant que la haute pression favorisait la combinaison chimique des gaz, qui, autrement, resteraient dissociés à la température de fusion du métal, et se dégageraient seulement lorsqu'il serait arrivé à l'état pâteux.

On a réussi également à éviter les soufflures en ayant recours à des alliages de silicium, comme à Terrenoire, afin que ce métalloïde, en absorbant l'oxygène, empêchât la formation de l'oxyde de carbone.

L'usine de Terrenoire, dont les essais et les savantes recherches ont amené tant de progrès dans la métallurgie, voulut même essayer de supprimer le travail de forge ultérieur et de couler immédiatement l'acier sous la forme du produit fini.

Un pareil procédé amènerait une nouvelle transformation dans la métallurgie, car il permettrait en même temps d'obtenir en acier des pièces de formes trop compliquées qu'on est obligé actuellement de faire en fonte dans l'impossibilité de les forger et de souder l'acier fondu au marteau, à moins qu'il ne présente une douceur exceptionnelle.

Dans la notice qu'elle a publiée à l'occasion de l'Exposition universelle de 1878, l'usine de Terrenoire annonce qu'elle peut fabriquer des aciers coulés ayant toutes les propriétés des aciers forgés et étirés, comme on le voit d'après les extraits suivants (1):

« L'acier tient, déclare-t-elle, toutes ses qualités physiques de ses propriétés chimiques. Le travail mécanique d'étirage et de forgeage n'est pas nécessaire pour les développer. L'acier coulé sans soufflures dans de bonnes conditions, et convenablement trempé ou recuit, atteint un état moléculaire absolument satisfaisant. »

La Société de Terrenoire n'est pas encore arrivée malheureusement à justifier cette affirmation dans tous les cas; les expériences qu'elle a pu faire ne sont pas entièrement concluantes, et il faut encore admettre aujourd'hui que les pièces en acier forgé et étiré possèdent des propriétés mécaniques supérieures à celles de l'acier coulé. La plupart des essais qu'on a faits sur ce sujet tendent à montrer, en effet, l'influence du forgeage, et même à établir la supériorité du pilon sur le laminoir, car ce dernier assure moins bien la parfaite soudure des molécules dans le travail de l'acier, comme nous l'avons déjà dit plus haut à propos du fer.

Quel que soit d'ailleurs le résultat définitif des essais de fabrication directe de l'acier coulé, les détails dans lesquels nous venons d'entrer au sujet des méthodes de préparation du métal fondu montrent bien toute la supériorité qu'elles présentent sur les anciens procédés d'affinage de la fonte, et on comprend immédiatement comment un produit obtenu à l'état homogène d'une manière aussi simple et rapide a dû tendre bientôt à remplacer le fer soudé dans la plupart des applications industrielles.

(1) Cf. Compte rendu de la réunion des ingénieurs mécaniciens à Manchester en 1873. Communication de M. Witworth et rapport de M. Tyndall.

(1) Voir : *les Métaux à l'Exposition universelle de* 1878, par H. Lebasteur, secrétaire du jury des récompenses.

Toutefois, la question n'est pas encore entièrement tranchée, car le travail ultérieur de fabrication des pièces crée certaines difficultés qu'on n'avait pas encore rencontrées antérieurement et oblige à prendre des précautions qui n'étaient pas nécessaires avec le fer soudé. Nous allons les indiquer rapidement, afin de donner un résumé à peu près complet de l'état actuel de la question.

V.

TRAVAIL DE FABRICATION DE L'ACIER FONDU.

1° *La trempe et le recuit.*

L'acier doit être considéré d'après les travaux de MM. Jœssel, du colonel Caron et de M. Barba, comme une dissolution non saturée de carbone dans le fer pur. La résistance et la dureté du métal vont en augmentant avec la proportion de carbone dissous. Les fontes, au contraire, renferment du carbone en excès qui est seulement mélangé et non dissous.

Les aciers se comportent, en général, d'après les mêmes lois que les dissolutions des corps solides dans les liquides, c'est-à-dire que :

A mesure que la température de travail s'élève, le métal renferme plus de carbone dissous ;

Dans le refroidissement lent, le carbone se sépare de la dissolution et reste seulement à l'état mélangé ;

Dans un refroidissement brusque, tout le carbone se trouve dissous sous la pression résultant de ce refroidissement.

L'acier riche en carbone se solidifie à plus basse température (1).

Ces lois permettent d'expliquer tous les phénomènes que nous allons signaler dans le travail du métal.

Pour la trempe, en particulier, il se produit dans les couches extérieures du métal un refroidissement qui augmente avec la conductibilité du liquide employé. Ces couches subissent alors un effort de traction de la part des couches intérieures restées à une température plus élevée, et plus dilatées par conséquent. Elles prennent alors une sorte d'allongement permanent, qui doit toujours rester inférieur à l'allongement élastique, car, autrement, il pourrait en résulter la rupture du corps trempé.

Lorsque le refroidissement est complet, les couches intérieures, qui se sont repliées librement sur elles-mêmes, tendent alors à contracter les extérieures pour les ramener à leur longueur initiale, et il en résulte ainsi une série de forces qui se tiennent mutuellement en équilibre à l'intérieur du corps. On peut d'ailleurs les mettre en évidence, comme l'a signalé M. Barba, en éliminant quelques-unes d'entre elles, ce qui permet à celles qui restent de révéler leur existence. C'est ainsi que, sur une barre d'acier trempé qu'on fend longitudinalement par le milieu, les deux barreaux qu'on obtient se courbent spontanément et prennent une forme concave à l'intérieur.

(1) Cf. Barba : *Étude sur l'emploi de l'acier dans les constructions.*

Un corps trempé présente souvent un volume supérieur à celui qu'il avait à l'état naturel, et il tend en général à se rapprocher de la forme sphérique par l'accroissement des petites dimensions, comme on le voit d'après les chiffres suivants cités par M. Caron :

	Volume.		
Essai de trempe d'un barreau.	A l'état naturel.	Au rouge.	Après la trempe.
Longueur du barreau trempé. . .	20	20,32	19,95
Largeur — . . .	1	1,03	1,01
Épaisseur — . . .	1	1,03	1,01
Volume — . . .	20	21,527	20,354

Le colonel Rosset affirme cependant que la trempe augmente la densité de l'acier.

La trempe agit, comme nous l'avons dit, de manière à augmenter la proportion du carbone en dissolution, et, par suite, elle augmente également la dureté du métal, la résistance à la rupture et la limite d'élasticité; mais elle diminue l'allongement.

L'effet de la trempe varie avec la dose de carbone contenu; il est presque nul avec les aciers doux tenant peu de carbone.

La trempe à l'huile, qu'on a beaucoup appliquée dans ces dernières années, agit dans le même sens, mais d'une manière beaucoup plus modérée que la trempe à l'eau, en raison de la grande différence de conductibilité des deux liquides, et elle peut être assimilée, comme nous le dirons plus loin, à une trempe à l'eau suivie d'un recuit.

Le recuit permet d'atténuer dans une certaine mesure les effets de la trempe et de séparer en partie le carbone dissous. Il faut avoir soin d'opérer d'une manière lente et graduée, pour éviter entre le lingot et le milieu extérieur toute différence de température et ne pas trop chauffer de peur de changer la structure moléculaire de la pièce.

2° *Travail de forge, étirage, poinçonnage.*

Le travail de forge de l'acier coulé est particulièrement délicat, et les nombreux mécomptes qu'on a éprouvés à l'origine sont pour beaucoup dans la défaveur que le nouveau métal rencontre encore aujourd'hui, pour certaines applications, auprès de nombreux ingénieurs compétents. On a observé par exemple, à différentes reprises, plusieurs cas de ruptures spontanées sur des plaques de tôle récemment embouties, qui, sorties cependant bien saines en apparence des mains des ouvriers, se criquaient subitement lorsqu'elles étaient abandonnées à elles-mêmes. Ces accidents se sont produits en France dans les chantiers de construction qui travaillaient les tôles d'acier pour la fabrication des navires ou des chaudières à vapeur. Sur le réseau d'Orléans, la chaudière en acier d'une locomotive en service s'est déchirée subitement dans toute sa longueur, en 1873, auprès de la station d'Angerville sur la ligne de Nantes; nous pourrions citer également des ruptures observées sur des plaques tubulaires en acier dans les ateliers des différentes compagnies de chemins de fer français et de la haute Italie; en Angleterre, on a signalé de même plusieurs cas analogues, comme il est indi-

qué dans le rapport de M. Parkes au meeting de l'*Iron and Steel Institute* à Liverpool, en 1879.

Ces ruptures subites résultent en général de ce que, dans la préparation de la tôle, on a été amené à la travailler spécialement en un point isolé qui était chauffé, embouti ou étiré, pendant que les autres restaient relativement froids. Il se développe alors une certaine pression qui amène la dissolution du carbone dans cette région d'après la loi que nous citions en commençant; le métal acquiert ainsi une dureté plus considérable; il se crée, par suite, de nombreuses tensions intérieures qui détruisent l'homogénéité; et, si les fibres voisines de la région ainsi trempée prennent à l'état permanent un allongement trop élevé, la rupture peut se produire immédiatement sous la cause la plus insignifiante.

Le percement des trous dans les tôles à l'aide du poinçon exerce aussi une influence considérable sur la constitution du métal dans la région voisine du trou ainsi pratiqué. La pression exercée par l'outil qui s'enfonce dans la tôle amène une sorte de trempe sur les bords du trou poinçonné jusqu'à une distance d'un millimètre environ. C'est là un résultat très important qui a été pleinement mis en évidence par les travaux de M. Barba, et qui oblige les constructeurs à adopter des dispositions particulières pour le percement des trous. Il faut donc avoir soin d'élargir à la fraise les trous poinçonnés pour enlever toute la partie altérée.

Les rivets employés pour les tôles d'acier doivent être plus robustes, et, s'ils sont eux-mêmes en acier, travaillés à plus haute température et martelés plus rapidement; car le travail de refoulement tremperait le métal, et les têtes des rivets se détacheraient si l'on descendait au-dessous du rouge cerise.

Le cintrage des tôles et des cornières doit se faire d'une manière graduelle, de façon à éviter les pressions locales trop considérables; il faut également réchauffer après chaque opération pour éviter de travailler la tôle refroidie. On emploie actuellement à cet effet dans les grands ateliers des appareils à pression hydraulique, qui ont sur le travail à la main l'avantage de répartir uniformément sur toute la surface de la pièce à emboutir l'effort à exercer.

Le recuit a la propriété de faire disparaître toutes les tensions intérieures qui peuvent résulter du travail de fabrication, comme l'a montré M. Barba; aussi ne doit-on jamais négliger d'y avoir recours toutes les fois qu'on vient d'effectuer une opération de forge ou d'ajustage capable d'altérer l'homogénéité de la pièce.

Toutes les usines qui emploient l'acier fondu ont construit actuellement des fours à réchauffer même pour les pièces de forme tout à fait régulière n'exigeant aucun travail de forge spécial. C'est ainsi qu'au Creusot, par exemple, les bandages et les essieux sont soumis à un recuit de quarante-huit heures environ, en sortant du laminoir ou de la matrice du pilon. Les usines qui ne veulent pas recuire les bandages prennent cependant des dispositions spéciales pour les refroidir graduellement sans les exposer brusquement et encore chauds à l'air extérieur.

Les tôles d'acier sont attaquées rapidement surtout dans l'eau de mer quand elles ne sont pas bien nettes à la surface; il faut donc avoir soin d'enlever soigneusement toutes les taches d'oxyde noir restant après le laminage et qui déterminent des commencements d'érosion.

Ces précautions minutieuses auxquelles les ouvriers habitués à traiter le fer ne s'astreignaient pas toujours dans le travail de fabrication expliquent les ruptures qu'on a observées fréquemment, comme nous le disions plus haut, et la défaveur qui en est résultée pour le métal fondu. Il y a lieu de penser qu'on réussira désormais à les éviter totalement en ayant égard à ces recommandations; et, dès lors, on pourra profiter complètement des avantages apportés par le nouveau métal qui permet d'obtenir une résistance supérieure en moyenne de 50 pour 100 à celle du fer.

En France, par exemple, pour la construction des chaudières de locomotives, et surtout pour les tôles de foyers qui sont soumises à des réchauffements et refroidissements alternatifs capables d'altérer la constitution moléculaire du métal, les compagnies de chemins de fer se refusent encore aujourd'hui à essayer l'acier fondu, tandis qu'en Amérique, par exemple, la substitution est déjà opérée depuis longtemps. L'usine du Creusot n'a pas voulu rester en arrière; elle a présenté à l'Exposition universelle de 1878 une petite locomotive construite tout entière en acier et dont le foyer, les tubes, les entretoises et les rivets étaient en acier doux. Le métal employé présentait une résistance à la rupture de 40 kil. 5 et un allongement qui n'était pas moindre de 32 pour 100. Cette machine est actuellement en service sur les voies intérieures de l'usine et n'a donné lieu jusqu'à présent à aucun accident. Si cette expérience réussit d'une manière définitive, elle amènera sans doute d'autres essais analogues, comme nous en voyons actuellement en Angleterre; et, dans un avenir rapproché de nous sans doute, il restera peu d'applications, où l'acier fondu ne puisse remplacer avantageusement le fer soudé.

L. Baclé.

PHYSIQUE

Les appareils photophoniques de MM. Bell et Tainter.

Dans un premier article, nous avons rendu compte de la merveilleuse découverte du professeur Graham Bell, d'après sa communication à l'association américaine (congrès de Boston). Le texte de cette communication, qui nous avait été envoyé d'Amérique, nous semblait manquer de clarté dans quelques-unes de ses parties.

Aujourd'hui que nous avons eu le plaisir de recevoir la visite de M. Bell lui-même et de l'assister dans quelques-unes de ses expériences, ce n'est plus d'intermédiaires que nous tenons nos renseignements, et nous avons constaté par nous-mêmes les résultats annoncés. Nous sommes donc en mesure

de compléter, mieux que personne, tout ce qu'on a dit jusqu'ici du photophone (dont la *Revue* a d'ailleurs été la première, entre toutes les publications scientifiques, à parler en France) et à donner à nos lecteurs des détails précis et absolument inédits sur toutes les dispositions photophoniques de M. Bell.

I.

Sans insister sur les principes en jeu qui ont été suffisamment développés dans la *Revue* du 25 septembre, nous nous bornerons à décrire les dispositifs pratiques sur lesquels nous avons expérimenté ces jours derniers.

La figure 25 représente l'expérience qui consiste à interrompre un rayon de lumière à l'aide d'un disque de phénakisticope tournant avec rapidité. C'est ce rayon interrompu que nous avons appelé, pour faciliter le langage, un rayon *vibratoire*.

Les rayons parallèles provenant de la source lumineuse, du soleil par exemple, se réfléchissent sur le miroir M et sont concentrés à l'aide d'une lentille en un foyer où se trouve le disque perforé D (représenté en plan au bas de la figure). A leur sortie du disque, ces rayons sont reçus sur une autre lentille, qui les rend de nouveau parallèles, afin de leur permettre d'atteindre avec le moins de perte possible le poste récepteur. Dans ce dernier, une nouvelle lentille les force à converger au point O où doit s'exercer leur influence.

Si l'on place en O une feuille d'ébonite mince, et qu'on y applique l'oreille, une note musicale sera perçue très distinctement. Recevons la lumière, non plus sur une feuille d'ébonite, mais sur l'orifice ouvert d'un tube quelconque,

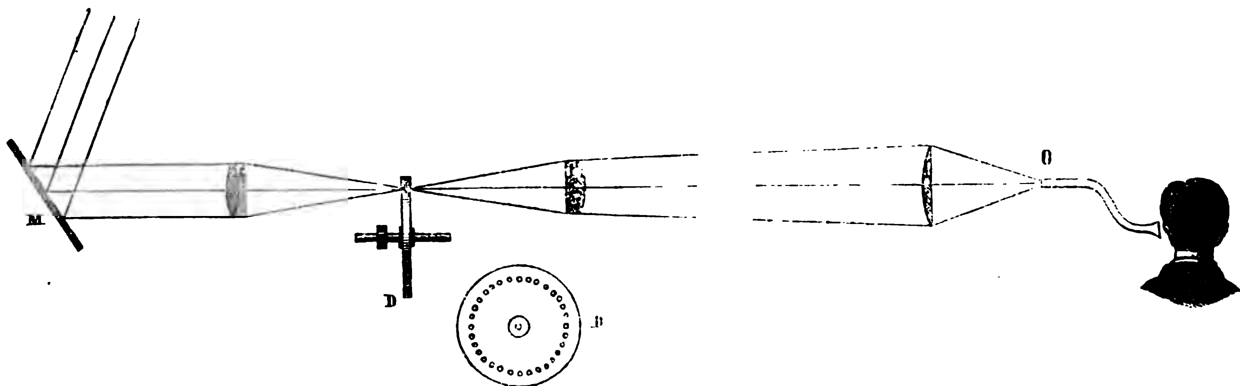


Fig. 25.

dont l'autre extrémité sera maintenue contre l'oreille (c'est l'expérience représentée dans la figure), la note ne cessera pas d'être entendue. Fermons l'orifice libre du tube par une surface opaque absolument quelconque qui recevra directement la lumière, même résultat. Enfin, recevons directement dans le conduit auditif le rayon lumineux vibratoire, et nous entendrons toujours la note dont la hauteur dépend de la vitesse de rotation du disque perforé.

A vrai dire, les sons perçus dans ces expériences ne sont pas d'une très grande intensité, et il est nécessaire, pour les entendre, de se placer dans des conditions de grand silence.

Mais si, au lieu de ces tubes, de ces substances opaques, etc., on emploie du sélénium traversé par le courant d'une pile de six éléments Leclanché et que l'on porte à son oreille un téléphone ordinaire placé dans le circuit, l'intensité devient relativement considérable, et il n'est plus besoin, pour réussir l'expérience, de se mettre à l'abri des bruits extérieurs. M. Bell a pu de cette façon percevoir des sons musicaux dans un récepteur placé à plus de *deux kilomètres* de l'appareil transmetteur.

Cet appareil transmetteur est certainement très simple, et la figure suffit à elle seule à l'expliquer; mais nous devons décrire l'appareil récepteur qui a exigé, de la part de M. Bell et de son collaborateur M. Tainter, un travail assidu avant de se présenter sous une forme satisfaisante.

Quelles sont les conditions que doit remplir le système récepteur?

Elles sont au nombre de deux :

1° Le sélénium doit offrir à la lumière une surface aussi grande que possible ;

2° Le sélénium doit être traversé par le courant électrique de manière à lui offrir une résistance très faible.

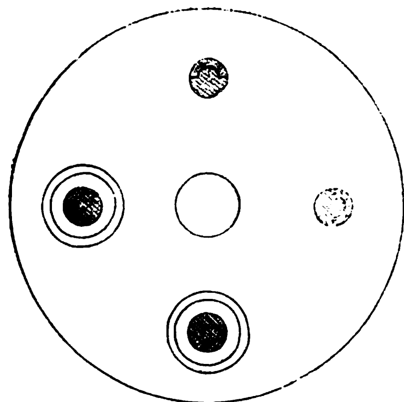
Or, ces deux conditions sont presque contradictoires, comme il est facile de s'en rendre compte. En effet, si l'on considère un poids donné de sélénium, celui-ci présentera une grande surface à la lumière, s'il est façonné en forme de lame excessivement mince; mais alors le courant qui le traverserait dans sa longueur rencontrerait une résistance considérable.

Au contraire, si deux rhéophores de cuivre de même surface que la lame de sélénium la comprimaient entre elles, le courant traverserait le sélénium d'une plaque de cuivre à l'autre, c'est-à-dire sous une épaisseur très faible et, par conséquent, sans rencontrer une résistance sensible; mais, dans ce cas, la surface à impressionner serait réduite à son minimum, puisque les rhéophores cacheraient toute la surface du sélénium, et que sa tranche seule serait exposée au jour.

MM. Bell et Tainter sont pourtant parvenus à réaliser simultanément ces deux conditions de la manière suivante.

Récepteur cylindrique (fig. 26). — Il se compose d'une série de disques annulaires de laiton et de mica serrés les uns contre les autres. Les disques de mica sont d'un diamètre un peu plus faible que ceux de laiton, et la différence est comblée par du sélénium S (représenté en noir sur la figure 26).

Le sélénium se présente donc sous la forme de petits anneaux, très peu épais, en contact direct avec les deux disques de laiton qui les limitent, suivant les génératrices du cylindre.



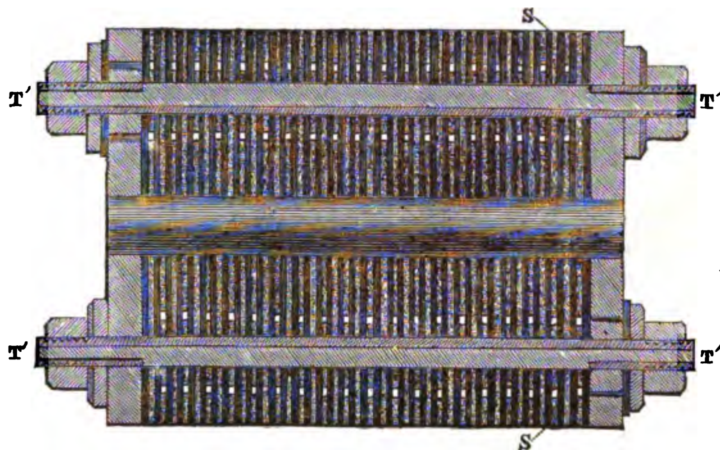


Fig. 26.

Les disques de laiton pairs sont tous en communication avec l'un des rhéophores TT, et les disques impairs sont en communication avec l'autre rhéophore T'T'. De cette manière, le courant parcourt *en quantité* tous les anneaux de sélénium et ne rencontre par là qu'une résistance extrêmement faible. On voit, en outre, que la surface extérieure du sélénium est considérable, eu égard à sa masse. Ce sont précisément les conditions qu'il fallait réaliser.

Pour fabriquer un semblable système, MM. Bell et Tainter ont imaginé un procédé des plus simples. Une fois les disques préparés, comme il a été dit ci-dessus, il suffit de maintenir le cylindre que constitue cette pile de disques de mica et de laiton, à la température où le sélénium commence à se fondre. On frotte alors sur sa surface un crayon de ce métalloïde, tel qu'on le trouve dans le commerce, et, par cette opération, le sélénium se loge dans les cavités annulaires provenant de la différence des diamètres du laiton et du mica.

Il suffit ensuite d'élever graduellement la température jusqu'à ce que l'aspect métallique du sélénium disparaisse et fasse place à une couleur mate d'un gris ardoise. On éteint la lampe aussitôt, on laisse refroidir, et le récepteur est prêt à fonctionner.

La résistance totale est équivalente à 1200 ohms dans l'obscurité et à 600 ohms à la lumière du jour.

La sensibilité d'un pareil récepteur est tellement grande que, dans les expériences que nous avons faites ces jours derniers (1), nous avons nettement perçu une note musicale (à l'aide du phénakisticope et du téléphone) lorsque la lumière vibratoire éclairait les anneaux de sélénium après s'être réfléchie sur une substance claire quelconque telle qu'une feuille de papier, un mouchoir, etc. La lumière d'une bougie suffisait encore à impressionner le sélénium.

Le rapport de la surface de sélénium à la surface totale du cylindre est égal à 0,60.

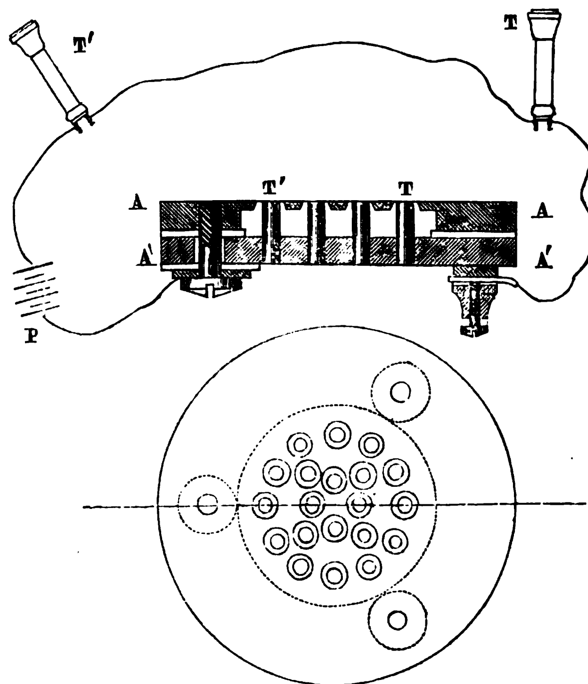


Fig. 27.

Récepteur plan. — Les deux assiettes AA, A'A' de la figure 27 sont en cuivre. L'une d'elles A'A' est munie de tiges TT qui viennent se placer respectivement au milieu d'ouvertures circulaires pratiquées dans l'assiette AA. Pour préparer le récepteur, on renverse la surface AA sur une feuille de verre couverte d'une légère couche de sélénium maintenu

(1) Nous employions seulement le courant de six éléments Leclanché.

en fusion. Le sélénium se loge dans tous les espaces compris entre les tiges et les ouvertures circulaires. On est certain alors que, pour passer d'une assiette à l'autre, un courant électrique sera obligé de traverser tous les anneaux de sélénium qui entourent les tiges. On remarquera que le diamètre des ouvertures circulaires s'accroît à partir de la surface. De cette façon, le courant trouve moins de résistance à traverser la couche externe du sélénium que ses couches intérieures. On voit aussi que le courant qui part de l'assiette inférieure s'épanouit dans toutes les tiges et revient à l'assiette supérieure à la fois par toutes ses ouvertures. La résistance qui s'oppose à son passage est donc par cela même très réduite. Cette résistance sera même d'autant plus faible que le nombre de ces systèmes de tiges sera plus considérable. Mais alors la superficie du sélénium sera aussi plus grande. Les deux conditions que nous nous étions posées se trouvent donc être d'accord.

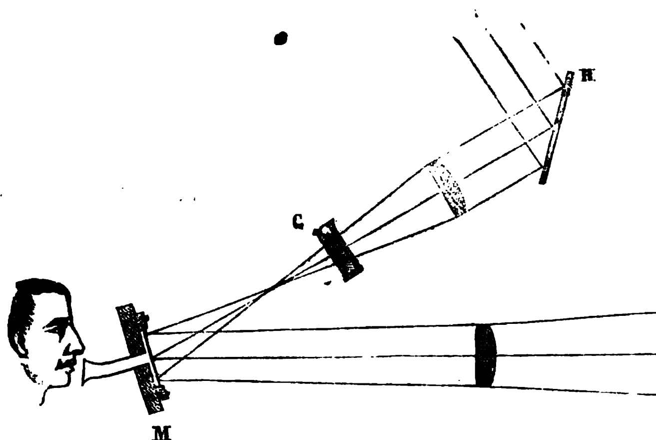
Le rapport de la surface du sélénium à la surface totale du disque est ici égale à 0,11.

La résistance de l'ensemble de cet appareil est de 300 ohms dans l'obscurité et de 150 ohms au jour.

II.

Il nous reste à dire à présent dans quel cas on se sert de l'un ou de l'autre de ces deux récepteurs.

Le récepteur à surface plane s'emploie lorsque la lumière parvient au poste de réception sous la forme d'un faisceau



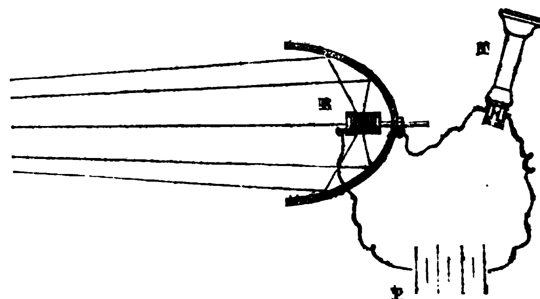


Fig. 28.

rigoureusement cylindrique. Alors le diamètre du disque sensible doit être égal au diamètre du faisceau. Mais il est fort difficile d'arriver à obtenir un faisceau de rayons lumineux bien parallèles, aussitôt qu'il s'agit de franchir une distance un peu considérable, aussi cet appareil ne pourrait-il servir au delà de quelques centaines de mètres.

Le récepteur à surface cylindrique est celui qui convient le mieux lorsqu'on a affaire à un faisceau légèrement dispersé, ce qui est le cas qui se présente le plus ordinairement. Ce récepteur peut se loger en effet au foyer d'un réflecteur parabolique de grand diamètre, ainsi que le montre la figure 28. Ce réflecteur rassemble une grande partie des rayons épars dans toutes les directions et les ramène sur la surface du cylindre sensible.

C'est, en somme, cette dernière disposition qui a paru donner jusqu'ici les meilleurs résultats.

La figure 28 présente aussi la forme de transmetteur la plus usitée, non plus seulement pour envoyer au loin des sons musicaux, mais pour correspondre au moyen de la parole. Le tube, à l'embouchure duquel on parle, est obturé à son extrémité inférieure par une feuille de verre faisant l'office de miroir M et de moins d'un dixième de millimètre d'épaisseur (1). Sous l'influence de la parole, c'est-à-dire des vibrations correspondantes de l'air du tube, ce miroir mince se bombe ou se creuse, devient convexe ou concave, et si un rayon de lumière parallèle provenant d'une source extérieure se réfléchit en H et vient le rencontrer obliquement, celui-ci s'épanouira ou se concentrera (2). L'intensité lumineuse qu'il projettera à distance, sur une surface donnée, changera à chaque instant. Le récepteur de sélénium subira donc des variations incessantes dans sa résistance, variations correspondant à celles de la pression de l'air dans le tube transmetteur : ce qui revient à dire que la parole sera transmise.

M. Bell remarque même que ce genre de transmetteur doit théoriquement être d'autant plus parfait que la distance entre les deux postes en correspondance est plus grande. Cela résulte, en effet, de ce que la divergence et la convergence

(1) M. Bell s'est servi également de miroirs métalliques qui sont plus aisés à fabriquer sous des épaisseurs aussi faibles.

(2) Une cuve d'alun C est interposée entre l'héliostat et le miroir récepteur, afin d'empêcher ce dernier d'être détérioré par les rayons calorifiques qui accompagnent toujours les rayons lumineux.

des rayons s'exagèrent au fur et à mesure que la distance augmente.

Mais ce dispositif a l'inconvénient d'absorber, en pure perte, beaucoup de lumière, par le seul fait de la réflexion des rayons sur le miroir. Aussi M. Bell croit-il préférable d'employer une lentille formée de deux cercles de verre assez minces pour être flexibles, et dont l'intervalle serait occupé par un liquide transparent. L'avantage théorique du transmetteur à miroir se retrouverait dans celui-ci, nous voulons dire qu'il devrait produire des effets d'autant plus accentués sur un récepteur de sélénium qu'il agirait de plus loin sur lui.

III.

Dans le cours de ses recherches, M. Bell a été amené à découvrir, comme en passant, bien des faits dont on n'avait pas la plus petite notion avant lui. Nous en avons énuméré un certain nombre dans le premier article que nous avons consacré au photophone; mais nous devons revenir sur quelques-uns d'entre eux, notamment sur ceux dont M. Bell vient de nous rendre témoins.

On se rappelle que M. Bell avait vérifié qu'une foule de substances recevant directement de la lumière vibratoire rendaient un son, et il avait cité comme seules exceptions le charbon et le verre mince. Aujourd'hui, ces derniers corps essayés avec plus de soin n'ont pas été différents des autres; il est donc très probable que M. Bell a découvert là une propriété absolument générale et dont les conséquences peuvent être considérables au point de vue de la constitution de la matière (1).

En réalité, M. Bell n'a pas réussi à faire *parler* toutes ces substances, mais seulement à les faire *chanter*, autrement dit, les sons se trouvent reproduits indépendamment de leur timbre; mais il ne serait pas possible d'affirmer que l'articulation ne pourra jamais s'obtenir dans ces conditions. C'est une nouvelle voie à explorer, et nous serions bien surpris si elle ne tenait pas les promesses qu'elle semble promettre aux chercheurs.

Le sélénium présentant de grandes analogies avec le soufre et le tellure, il était naturel de chercher si ces deux corps jouissaient aussi de la faculté d'être sensibles à l'action de la lumière, et si leur résistance électrique subissait des modifications correspondantes. Pour le tellure, la question fut tranchée immédiatement, puisqu'on savait qu'il était, dans toutes les circonstances, bon conducteur de l'électricité.

Mais le soufre est généralement connu comme isolant. G. Knox avait bien annoncé, en 1839, que le phosphore, le soufre et l'iode conduisent l'électricité lorsqu'ils sont rendus fluides à l'aide de la chaleur; mais Faraday avait discrédité cette affirmation une année après, en ce qui concerne le soufre et le phosphore, si bien que personne ne se préoccupa plus de ce qu'avait dit Knox.

(1) M. Bell a démontré que c'était bien la lumière et non la chaleur qui agissait ici, en vérifiant qu'une cuve d'alun placée sur le trajet des rayons n'empêchait pas le phénomène sonore de se produire, tandis qu'une dissolution d'iode supprimait toute espèce de sons.

M. Bell, dans ses patientes et longues recherches sur la meilleure forme allotropique à donner au sélénium, eut l'idée de reprendre l'expérience de Knox. Il parvint à donner au soufre une forme telle, qu'il le trouva, même à l'état solide, sensible à l'influence de la lumière. Il ne se laissa pas distraire de la vraie direction qu'il s'était imposée pour parvenir à réaliser son merveilleux photophone, et il s'est réservé de revenir plus tard à une étude approfondie du soufre afin de voir s'il ne pourrait pas être substitué au sélénium dans la photophonie.

Ce même esprit de méthode qui lui avait servi à ne pas sortir du chemin qu'il s'était tracé, quelque résultat qui pût le frapper en route, a empêché aussi M. Bell de faire l'essai de différentes lumières artificielles pour son photophone. A notre grand étonnement, il n'avait pas même tenté d'y appliquer la lumière électrique, avant son arrivée à Paris.

A vrai dire, le soleil de Washington, plus brillant que le nôtre en toute saison et surtout au mois d'octobre, suffisait grandement à réaliser toutes les expériences possibles sur la sensibilité du sélénium. Mais à Paris, le soleil faisait souvent défaut ces derniers jours et il nous a fallu, de gré ou de force, employer la lumière de l'arc voltaïque. Les résultats obtenus ont été, comme on pouvait s'y attendre, des plus satisfaisants, et nous espérons d'ici peu, grâce à ce soleil artificiel, rendre le monde scientifique témoin des belles expériences du professeur Graham Bell.

ANTOINE BREGUET.

ÉCONOMIE POLITIQUE

ASSOCIATION FRANÇAISE POUR L'AVANCEMENT DES SCIENCES

M. LEVASSEUR

La laine (1).

En général, le mouton s'accommode mal d'une population dense. Il se plaît dans les terres vagues, dans les jachères, les landes, les pâturages secs, tandis qu'une population dense a besoin de défricher tout son sol et de le faire produire sans repos afin de nourrir un grand nombre de bouches. C'est une des raisons pour lesquelles l'Australie convient si bien à la race ovine; elle a une population si peu dense qu'on y compte 2200 moutons pour 100 habitants. On en compte même 3100 à la Plata (2). L'Europe est loin d'offrir de telles proportions; cependant on y trouve de grandes différences d'un État à un autre, et ces différences correspondent ordinairement à l'état des cultures : tandis que, dans la Serbie, qui a une population peu dense et de vastes espaces en friche, on compte 220 moutons par 100 habitants, et que dans l'Espagne, également peu peuplée et en partie couverte de landes, on en

(1) Voir ci-dessus, p. 314.

(2) Voir *Ubersiehten über Productions Verkehr und Handel*, par M. Neumann-Spallart.

compte 140, la France a seulement 65 moutons par 100 habitants et la Belgique, l'État d'Europe dont la densité est la plus forte, 12 moutons par 100 habitants (1).

Les conditions économiques ne sont donc pas en général favorables au mouton dans l'Europe occidentale. L'importation de la laine les a rendues moins favorables encore. Quatre États de cette partie de l'Europe, la France, l'Angleterre (2), la Belgique et l'empire allemand, absorbent à eux seuls 300 millions de kilogrammes de laine étrangère, c'est-à-dire une quantité égale à l'importation totale de l'Europe, défalcation faite des réexportations. Il n'est pas étonnant que le nombre des moutons y ait diminué. La France qui en comptait 32 millions, il y a une trentaine d'années, n'en compte plus que 24 millions (3). L'Angleterre

(1) En Europe, les pays qui ont beaucoup de moutons sont en général ceux qui ont une population rare et des terres vagues.

Serbie (1866)	2201	moutons par 1000 hab.
Grèce (1875)	1490	—
Espagne (1865)	1404	—
Roumanie (1873)	1064	—
Danemark (1871)	1032	—
Norvège	933	—
France (1876)	649	—
Suède	342	moutons par 1000 hab.
Pays-Bas	142	—
Belgique	121	—

Mais il faut ajouter que les rapports ne sont plus les mêmes lorsqu'on compare le nombre des moutons à l'étendue du territoire. Ainsi, tandis que les États scandinaves, la Suisse, la Belgique et les Pays-Bas n'ont guère que 20 moutons au kilomètre carré, les États de l'Europe méridionale en ont de 30 à 35, la France en a près de 50 et l'Angleterre 60.

(2) ANGLETERRE

(Calculé d'après le *Statistical Abstract.*)

ANNÉES.	IMPORTATIONS. LAINE BRUTE. En millions de livres anglaises.	IMPORTATIONS. LAINE BRUTE. En millions de francs.	IMPORTATIONS. FILS. En millions de francs.	IMPORTATIONS. TISSUS. En millions de francs.	IMPORTATIONS. VALEUR TOTALE.	EXPORTATIONS. LAINE BRUTE. Provenant de la Grande-Bretagne ou de l'Irlande. En millions de livres anglaises.	EXPORTATIONS. LAINE BRUTE. Provenant de la Grande-Bretagne ou de l'Irlande. En millions de francs.	EXPORTATIONS. LAINE BRUTE. Provenant de l'étranger ou des colonies. En millions de livres anglaises.	EXPORTATIONS. LAINE BRUTE. Provenant de l'étranger ou des colonies. En millions de francs.	EXPORTATIONS. FILS. En millions de francs.	EXPORTATIONS. TISSUS. En millions de francs.	EXPORTATIONS. VALEUR TOTALE.	EXCÉDENT DES EXPORTATIONS sur les importations.
1853	110,8	165,0	»	25,0	190,0	6,7	10,0	11,7	30,0	36,0	254,0	290,0	100,0
1854	106,1	162,0	»	28,0	190,0	12,9	19,0	24,5	37,0	39,0	228,0	267,0	77,0
1855	99,3	163,0	»	23,0	186,0	16,1	24,0	29,4	47.0	50,0	193,0	243,0	57,0
1856	116,2	216,0	»	32,0	248,0	14,3	93,0	26,6	48,0	72,0	237,0	309,0	61,0
1857	129,7	242,0	»	31,0	273,0	15,1	27,0	36,4	69.0	73,0	267,0	340,0	67,0
1858	126,7	224,0	»	20,0	244,0	13,4	22,0	26,7	46,0	74,0	244,0	318,0	74,0
1859	133,2	245,0	»	21,0	266,0	9,0	16,0	29,1	53.0	77,0	301,0	378,0	112,0
1860	148,8	275,0	»	23,0	298,0	11,2	22,0	30,7	57,0	96,0	303,0	399,6	101,0
1861	147,1 (1)	242,0 (3)	»	24,0	273,0	15,7	28,0	54,3	90,0	88,0	278,0	366,0	98,0
1862	171,9	294,3	40,6	39,3	374,2	10,2	18,9	48,4	82,0	96,0	328,7	525,6	151,4
1863	177,3	297,1	46,0	45,3	388,4	8,2	17,2	63,9	117.0	127,0	388,0	626,9	238.1
1864	206,4	387,5	47,4	46,2	481,1	7,3	16,8	55,9	119.0	135,0	464,2	701,5	220,4
1865	212,2	375,7	48,7	47,2	471,6	9,0	22,5	82,4	150,0	127,7	503,5	803,5	332,1
1866	239,3	438,7	52,9	50,0	541,6	9,7	22.3	66,5	130,0	113,6	545,7	813,5	272,1
1867	233,7	404,2	61,9	60,1	526,2	8,8	19,4	90,8	160,0	143,4	503,9	826,7	394,7
1868	252,7	378,0	61,5	59,3	498,8	9,5	18,4	105,0	150.7	155,0	489,5	812,9	389,7
1869	258,4	342,4	65,5	63,3	471,2	12,4	23,0	116,6	150,8	138,4	566,7	878,1	407,7
1870	263,2	395,4	87,1	84,0	476,5	9,1	14,5	92,5	150.9	124,8	542,6	831,9	355,1
1871	223,0 (2)	448,1	115,9	115,4	679,4	11,9	20,7	134,8	240,0	152,5	679,5	1087,1	408,1
1872	306,3	464,0	103,9	100,6	667,9	7,6	15,2	137,5	220,0	152,7	809,5	1196,9	529,0
1873	318,0	488,5	97,9	96,1	682,5	7,0	15,5	123,2	160,0	131,8	633,7	944,0	262,5
1874	344,4	522,2	102,0	99,8	724,9	10,0	23,0	111,2	220,0	138,9	570,0	951,9	127,0
1875	365,0	585,9	111,3	107,7	804,9	10,5	23,2	172,0	280,0	127,9	541,4	972,5	68,1
1876	390,0	590,9	127,0	123,0	840,9	9,8	18,9	173,0	260,0	110,4	465,0	854,3	14,6

(1) Sans compter les drilles, dont l'importation varie de 11 à 16 millions.
(2) Le mode d'évaluation à l'importation change : on n'enregistre plus une valeur calculée, mais la valeur déclarée.
(3) Les drilles, dont la statistique anglaise fait un compte particulier (que nous ne donnons pas) depuis 1861, paraissent avoir été confondus auparavant avec la laine.

(3) La statistique des moutons est, sans doute, très imparfaite en France comme dans les autres pays. Voici cependant le résultat des relevés officiels donnés à ce sujet; dans l'ensemble, ils prouvent une diminution certaine :

1820	29,9	
1840	32,1	
1852	33,2	
1862	29,5	(France agrandie, statistique un peu mieux dressée).
1866	30,3	
1872	24,7	(France amoindrie).
1876	24,3	

Voici, sur ce point, les conclusions de l'enquête faite en 1879, par

qui en comptait 44 millions, il y a cinquante ans, n'en compte plus que 34 à 35 millions. La Prusse a perdu, de 1867 à 1873, sous des influences diverses, environ 2 millions 1/2 de moutons (1). Malgré cette réduction, ces pays livrent à la boucherie chaque année, comme nous venons de le dire, plus de viande de mouton qu'autrefois.

D'autre part, il faut considérer que l'empire allemand, la Belgique, et surtout la France et l'Angleterre, sont les quatre États qui ont le plus amplement récolté les bénéfices de cette situation nouvelle par les profits qu'en a retirés leur industrie. C'est là le point capital.

En 1862, l'Angleterre importait 171 millions de livres anglaises de laine valant 294 millions de francs et environ 80 millions de fils de tissus; elle exportait pour 100 millions de laine brute, pour 96 millions de fils et pour 328 millions de tissus; total : 525 millions de francs; ce qui laisse une balance de 151 millions au profit de l'exportation, sans compter le gain de la consommation nationale. En 1876, elle importait 390 millions de livres de laine valant 590 millions et 250 millions de fils et tissus; elle exportait pour 279 millions de laine brute, pour 110 millions de fils et pour 465 millions de tissus; total : 854 millions de francs. La balance au profit de l'exportation n'était que de 14 millions; mais on souffrait d'une crise très intense, comme le montre la comparaison des importations et des exportations depuis 1872, et cependant la consommation intérieure, qui est la fin principale de l'œuvre économique, s'accroissait toujours; l'augmentation des importations de laine brute (déduction faite des réexportations) en est la preuve (1). Que l'Angleterre s'inquiète d'élargir et de rouvrir ses débouchés encombrés, de placer au dehors les produits de ses fabriques, plutôt que ceux des fabriques étrangères, qu'elle exporte comme commissionnaire : cela est naturel. Mais quand elle réfléchit, elle doit s'applaudir du progrès général de sa consommation.

La France aussi, quand elle envisage l'ensemble de la situation, peut s'applaudir des résultats qu'elle a obtenus. Sous la Restauration, elle n'importait guère que 4 à 7 millions de kilogrammes de laine brute, valant de 5 à 25 millions de francs; elle exportait seulement pour une valeur de 25 à 78 millions en fils et en tissus de laine. En 1853, l'importation (déduction faite des réexportations) de laine brute avait monté à 24 millions de kilogrammes, valant 48 millions de francs; l'exportation était de 146 millions de francs (2,5 pour la laine, 5 pour les fils, 138 pour les tissus); la balance en faveur de l'exportation était de 98 millions. En 1878, l'importation de laine brute a été de 146 millions de kilogrammes, valant 334 millions de francs, et celle des fils et tissus, d'environ 88 millions; l'exportation a été de 441 millions de francs (89 pour la laine brute, 39 pour les fils, 312 pour les tissus); la balance en faveur de l'exportation est de 19 millions. C'est une année relativement faible, puisque, depuis dix ans, l'excédent a varié de 17 à 80 millions, et qu'il a été en moyenne de 42 millions.

Il s'est élevé, sans doute, beaucoup plus haut, surtout pendant les années qui ont suivi la conclusion du traité de commerce avec l'Angleterre et qui ont été marquées par la crise cotonnière. Mais il n'était que de 20 à 50 millions sous la Restauration, et l'exportation, considérée à part, et indépendamment de l'influence temporaire exercée par la pénurie du coton, a toujours eu une tendance à s'accroître; elle a triplé en vingt-six ans (119 millions en 1852, 312 millions en 1878) (1). N'y a-t-il pas dans cette seule exportation de tissus, qui exige une grande main-d'œuvre, un gain considérable pour le travail national dont on a bien raison de se préoccuper, mais que d'imprévoyants amis ont tort de vouloir mettre à la portion congrue, sous prétexte de le protéger? Sans doute les années ne se ressemblent pas et toutes les branches de la grande industrie de la laine ne se développent pas d'une croissance uniforme; mais, quand on veut juger du mouvement général d'une industrie, ce n'est pas par une crise et par des difficultés locales ou passagères, c'est par l'ensemble des résultats pendant une longue période qu'il faut l'étudier (2).

---

la Société nationale d'agriculture : « Le nombre des troupeaux de l'espèce ovine a diminué d'une manière très sensible. La production de la laine est moins grande et son prix a décru. Les races de moutons de viande sont en progrès. Le race mérinos notamment a été améliorée, au point de vue de la boucherie, en conservant la qualité et la finesse de la laine. » — Ce n'est pas tout à fait l'opinion de la fabrique de Reims qui pense (voir le travail déjà cité de M. Poulain) que la qualité est un peu moindre.

(1) 22 261 000 en 1867 et 19 625 000 en 1873.

Voici le détail, à deux reprises différentes, de la provenance des laines importées en Angleterre :

IMPORTATION

(En milliers de livres anglaises).

Pays d'importation.	1862.	1876.
D'Espagne (décroît et très variable). . . .	395	6
D'Allemagne (se soutient à peu près) . .	8 753	8 371
Du reste de l'Europe (se soutient) . . .	34 380	27 764
Du Cap (augmente)	18 930	42 158
Des Indes (variable).	17 959	24 453
D'Australie (augmente beaucoup).	71 339	263 869
D'Amérique méridionale (variable)	12 664	11 543

(1) Voici comment s'exprime M. N. Rondot, dans le rapport de la Commission des valeurs pour 1879 : « Nous exportons plus de 4 millions de kilogrammes de mérinos et plus de 5 millions de kilogrammes d'étoffes diverses. De celles-ci, parmi lesquelles les tissus de laine peignée ont toujours été en majorité, nous exportions, en moyenne, 4 100 000 kilogrammes, de 1867 à 1869; 4 450 000 kilogrammes, de 1873 à 1875, et 5 350 000 kilogrammes, de 1876 à 1878. L'augmentation a été de 25 pour 100 en dix ans.

« Cette progression n'est pas près de s'arrêter. L'Angleterre et les possessions britanniques consomment plus de la moitié de ce que l'exportation nous enlève. »

« L'exportation des draps donne un résultat moins satisfaisant. Elle a été de 5 180 000 kilogrammes en moyenne par an, de 1873 à 1875; de 4 585 000 kilogrammes, de 1876 à 1878. »

(2) L'industrie de la laine n'est pas assurément à l'abri de ces crises et de ces difficultés. Le rapport présenté au nom de la Commission du tarif général des douanes par M. Méline (séance du 13 septembre 1879) s'exprime ainsi au commencement du chapitre de la laine cardée : « Cette industrie, si ancienne dans notre pays, si considérable, qui a jeté à certaines époques un si vif éclat sur la fabrication française, paraît traverser, depuis un certain nombre d'années, une crise sérieuse

Dans l'ensemble, il est certain que l'exportation des grandes nations manufacturières éprouve plus de peine à se faire jour à travers la concurrence générale du monde, parce que telles nations qui importaient beaucoup s'appliquent maintenant à se suffire à elles-mêmes et que telles autres qui se suffisaient aspirent à s'ouvrir des débouchés extérieurs; les États-Unis sont dans le premier cas; l'Autriche est dans le second. Depuis une dizaine d'années, ce dernier État semble prendre plus de place sur les marchés étrangers, pendant que le Zollverein semble en perdre. La Belgique, qui gagne lentement quelque terrain par l'exportation de ses fils plus encore que de ses tissus, n'arrive pas à établir la balance du commerce en faveur de l'exportation. Elle ne paraît pas s'en inquiéter beaucoup, car les idées libre-échangistes y sont plus répandues qu'en France. Si elle a le bon sens de regarder, comme un double signe de prospérité, une importation et une exportation qui augmentent simultanément, sans s'alarmer que l'une augmente un peu plus vite que l'autre, nous la félicitons. Car l'exportation n'est qu'un des indices, le plus facile à mesurer, il est vrai, mais non le plus important, de la prospérité d'une industrie. C'est l'ensemble de la production et de la consommation qu'il importerait de calculer; mais les données de la statistique permettent rarement de l'apprécier en chiffres et ne permettent jamais de l'ap-

qui va s'aggravant au lieu de diminuer, et qui provoque les plaintes les plus vives dans les grands centres où ce genre de production se trouve concentré : Elbeuf, Louviers, Sedan, Lisieux, Mazamet, etc. » Le rapporteur fait entendre les mêmes plaintes pour l'industrie des tissus mélangés de laine et de coton, et pour celle des tapis qui redoutent, l'une, l'importation anglaise à cause de ses procédés perfectionnés, l'autre, l'importation indienne et persane à cause de ses salaires bas.

Le rapport fait au nom de la quatrième section de la Commission permanente des valeurs par M. Rondot, pour l'année 1879, signale une hausse dans la première moitié de l'année, suivie d'une baisse dans la seconde moitié, et, comme résultat général, une baisse d'environ 8 à 9 pour 100 sur la matière première, d'environ 7 pour 100 sur la laine peignée, et de 5 pour 100 sur les fils. — L'importation des draps étrangers a augmenté (11 870 000 francs, moyenne de 1873 à 1875; 17 960 000 francs, moyenne de 1876 à 1878), et le prix de vente s'est abaissé.

M. Méline ajoute dans son rapport qu'il faudrait augmenter ces quantités déclarées à l'importation de 25 à 30 pour 100, à cause des déclarations inexactes. Mais ces déclarations ne sont pas plus inexactes aujourd'hui qu'autrefois, et le rapport d'accroissement (non la quantité, il est vrai) demeure le même. M. Méline ajoute : « Ce qui reste évident en tout cas, c'est que le mouvement général des importations s'est beaucoup accru et qu'il n'est nullement compensé par un mouvement correspondant des exportations. Il en est résulté pour la draperie française tout entière une situation pénible qui va s'empirant chaque jour; elle se traduit par une diminution des affaires, des chômages fréquents, des liquidations nombreuses, un arrêt complet dans le développement de cette industrie. »

La situation est sans doute difficile pour certains groupes de fabricants; mais le rapporteur nous paraît s'être trop inspiré des sentiments de la place d'Elbeuf et avoir chargé trop uniformément son tableau de couleurs sombres. Il nous semble que M. le Ministre de l'agriculture et du commerce, dans le discours par lequel il a répondu au rapporteur de la commission, a présenté l'état des choses sous un jour plus vrai et moins alarmant.

M. Méline regarde comme une des causes de la prétendue infériorité de la fabrique française la nécessité où elle est d'acheter des laines d'Australie en Angleterre et des laines de Silésie en Allemagne, en payant des frais de transport et autres qui grèvent la matière première de 2 pour 100 de plus que ne la payent sur place les Anglais et les Allemands. Mettre un droit à l'entrée des laines étrangères ne serait certainement pas le moyen de supprimer cette cause d'infériorité.

A tout prendre, l'industrie de la laine est une des industries textiles qui sont dans la meilleure situation. Voici, d'après le rapport de la Commission des valeurs pour 1879, cette situation comparée :

IMPORTATIONS ET EXPORTATIONS

(Exprimées en millions de francs).

	Importations.		Exportations.	
	Période 1867-69.	Période 1876-78.	Période 1867-69.	Période 1876-78.
Soie	230,7	174,6	430,5	266,2
Laine	204,2	278,9	243,5	318,1
Lin, chanvre, jute	72,6	69,5	22,9	27,8
Coton	227,4	130,9	60,0	58,8
Totaux	720,9	653,9	765,9	670,9

Voici le mouvement commercial des laines et lainages en France :

FRANCE (COMMERCE SPÉCIAL).

(Extrait de l'*Exposé comparatif de la situation économique et commerciale*, publié par le Ministère de l'agriculture et du commerce.)

ANNÉES.	IMPORTATIONS. Laine brute. En millions de kilogr.	Laine brute. En millions de francs.	Fils. En millions de fr.	Tissus. En millions de fr.	Valeur totale.	EXPORTATIONS. Laine brute. En millions de kilogr.	Laine brute. En millions de francs.	Fils. En millions de fr.	Tissus. En millions de fr.	Valeur totale.	EXCÉDENT des exportations sur les importations.
1853	24,6	48,0	0,2	»	48,2	0,9	2,5	5 (1)	138,7	146,2	98,0
1854	24,3	48,9	0,2	»	49,1	0,7	2,0	5	132,8	139,8	90,7
1855	34,7	68,9	0,2	»	69,1	0,8	2,3	6	159,7	168,0	98,9
1856	38,9	128,7	0,1	1,4	130,2	1,2	3,6	7	184,8	194,4	64,2
1857	37,7	116,5	0,1	1,4	118,0	1,4	4,1	10	178,8	192,9	74,9
1858	36,0	105,5	0,1	1,7	107,3	1,2	3,4	6	156,1	165,5	58,2
1859	39,5	125,7	0,2	2,5	128,4	2,8	8,9	6	180,6	195,5	67,1
1860	51,7	178,6	1,0	3,5	183,1	8,3	27,9	10	229,3	267,2	84,1
1861	55,3	166,1	1,2	20,6	187.9	6,4	21,0	7	188,0	216,0	28.1
1862	48,0	180,7	7,5	41,0	229,2	12,1	45,1	14	221,7	280,8	51,6
1863	63,8	218,8	10,2	33,4	262,4	11,0	48,2	17	293,6	358,8	96.4
1864	63,7	214,3	11,5	32,0	257,8	12,1	51,1	21	355,9	428,0	171,8
1865	72,6	236,2	13,1	38,1	307,4	7,9	33,0	23	302,8	358,0	151,8
1866	86,2	245,8	11,8	42,8	300,4	10,0	33,5	25	301,7	360,2	59,8
1867	93,2	223,7	6,8	42,1	272,6	13,6	43,2	32	236,8	312,0	40,4
1868	118,8	237,9	9,6	54,5	302,0	12,0	36,4	27	224,9	288,3	14,3
1869	108,5	206,3	11,7	64,3	282 3	17,4	44,7	31	262,3	339,0	57,7
1870	88,1	189,5	7,0	57,9	254,4	21,3	59,1	29	231,6	319,7	65,3
1871	102,0	285,6	42,6	77,9	406,1	29,8	105,1	57	268,0	430,1	24,1
1872	107,8	325,0	18,9	100,0	443,9	22,5	102,2	6	314,5	422,7	21,2
1873	120,1	325,5	16,7	59,7	402,9	19,4	86,6	8	325,9	420,5	17.6
1874	117,3	311,0	17,1	66,5	394,6	24,4	104,2	42	328,0	474,2	80,1
1875	128,0	326,6	18,5	78,1	423,1	21,6	84,1	43	346,3	473,4	50,3
1876	123,1	277,2	19,3	79,0	375,5	21,0	74,8	32	316,5	423,3	48,2
1877	134,2	315,5	16,2	68,6	400,3	21,4	77,1	30	325,1	432,2	32,1
1878	146,7	334,6	19,0	68,7	422,3	27,1	89,7	39	312,8	441,5	19,2

(1) Ces nombres sont trop forts, parce que les fils de coton et les fils de laine sont réunis dans le même total.

précier avec exactitude. On est réduit à des évaluations vagues (1).

Nous avons dit, à ce sujet pour la France, que la production de l'industrie lainière était estimée à 225 millions de francs en 1787 ; on l'évaluait à 650 millions en 1840 ; on l'évalue aujourd'hui à 1200 millions, dont environ 340 pour l'exportation, et 860 pour la consommation intérieure (2). Dans ce total, la part du groupe de Reims, qui était de 11 millions au commencement du siècle et de 45 millions en 1840, paraît être maintenant de 160 millions.

Si l'on calcule, d'après ces évaluations, l'accroissement du produit en argent de l'industrie lainière, on trouve qu'il y a eu presque doublement en quarante ans, avec une augmentation moyenne de 11 millions par année. C'est donc un supplément de 11 millions de profits et de salaires qui, chaque année, auraient été versés entre les mains des producteurs, patrons et ouvriers, et qui auraient accru leur bien-être, constituant ici quelques grandes fortunes employées en partie au perfectionnement industriel ou au soulagement de la misère, donnant là un peu d'aisance à beaucoup de personnes, et assurant le pain de chaque jour à de très nombreuses familles.

Ce qui est bien plus difficile encore à évaluer, c'est la somme d'utilités que la consommation doit à ce progrès. Cette somme n'est pas seulement double. S'il est vrai que les tissus soient devenus beaucoup plus variés et que leur prix ait été considérablement réduit, surtout dans les articles à bon marché, elle est peut-être six ou huit fois plus grande qu'il y a quarante ans. A ce dernier point de vue, ce ne sont pas seulement les producteurs d'une industrie spéciale qui apparaissent comme ayant gagné au changement. Ce sont tous les consommateurs, c'est la nation entière qui a eu à sa disposition plus d'étoffes pour se faire des parures élégantes ou, ce qui vaut mieux encore, des vêtements sains ; les habits de drap ont remplacé les sarreaux de toile dans bien des campagnes (1).

Comment un tel changement aurait-il pu se produire, si les tisserands avaient été réduits aux seules laines de France? Malgré le progrès de l'élevage qui a augmenté le poids de la toison, le nombre des moutons, en admettant même qu'il n'eût pas diminué, n'aurait fourni qu'une quantité de matière double de celle qui était déjà insuffisante avant la Révolution (2).

En économie politique comme en politique, il se produit de grands mouvements qu'il faut savoir comprendre, des faits de nature à changer complètement une situation, auxquels il faut que les institutions publiques et les actes individuels sachent se conformer : il y a des courants qu'on ne remonte pas.

Le mouvement des céréales dans le monde, dont le président de l'association, M. Krantz, parlait dans son discours d'ouverture, en est un exemple. Il y a un siècle, ce mouvement dans le commerce international n'était évalué qu'à 11 millions d'hectolitres par Turgot. Les statisticiens le portent aujourd'hui à 200 millions d'hectolitres représentant une valeur d'environ 4 milliards de francs : c'est une condition nouvelle pour le commerce des céréales. Une nation qui voudrait se mettre hors de ce courant et qui tenterait d'élever des digues capables de le détourner ou de l'arrêter sur sa frontière, et de placer une barrière entre une population qui a faim et les sacs de blé que l'intérêt du producteur et du vendeur porte vers elle, ferait un acte aussi peu sensé sous le rapport politique que sous le rapport économique.

Il en sera de même quelque jour de la viande. Il y a dans le monde des contrées qui en produisent beaucoup plus qu'elles ne peuvent en consommer et qui en produiraient bien

---

(1) BELGIQUE (COMMERCE SPÉCIAL.)

(Extrait de l'*Annuaire statistique* de la Belgique, publié par le ministère de l'intérieur.)

ANNÉES.	IMPORTATIONS.					EXPORTATIONS.					EXCÉDENT DES IMPORTATIONS sur les exportations.
	LAINE BRUTE.		FILS.	TISSUS.	VALEUR TOTALE.	LAINE BRUTE.		FILS.	TISSUS.	VALEUR TOTALE.	
	En millions de kilogr.	En millions de francs.	En millions de fr.	En millions de fr.		En millions de kilogr.	En millions de francs.	En millions de fr.	En millions de fr.		
1850	4,2	16,9	4,3	9,0	30,2	0,4	1,6	1,7	20,3	23,6	7,4
1860	13,9	53,1	3,9	11,2	68,2	2,7	10,4	16,4	34,1	60,9	8,7
1865	27,9	83,8	5,3	41,0	130,1	1,3	3,9	23,5	54,3	81,0	59,1
1869	46,9	89,2	5,1	19,0	113,4	1,3	5,2	29,2	30,7	71,1	42,3
1870	41,7	87,6	4,3	18,5	110,4	1,4	6,4	30,6	30,3	67,3	43,1
1871	52,5	141,7	6,0	23,0	170,7	2,0	11,6	45,4	38,7	95,7	75,0
1872	53,3	160,0	6,9	23,8	190,7	2,6	16,2	64,5	44,8	125,5	65,2
1873	53,3	120,1	7,5	26,6	154,2	1,1	5,2	71,5	39,5	116,2	88,0
1874	51,0	114,8	8,8	26,3	149,9	1,5	7,0	40,3	42,3	89,6	60,3
1875	45,8	114,5	9,2	26,7	160,4	1,9	9,9	47,8	41,6	99,3	61,1
1876	51,9	155,7	10,7	25,7	192,1	3,4	20,5	39,5	38,9	98,9	94,8

(2) M. Arthur Legrand, dans la Commission des valeurs, ne donne pour l'année 1879 que 464 millions pour les tissus de laine peignée et 280 pour les tissus de laine cardée, 54 millions pour les flanelles et nouveautés. Il est vrai qu'il ne tient compte ni de la vente des fils non employés à des tissus en France, ni des étoffes mélangées qui sont en progrès, ni des étoffes pour meubles, ni de la bonneterie. (Voir le rapport de M. N. Rondot.) M. Méline, dans son rapport, donne 300 millions pour la laine cardée.

(1) Depuis que cette communication a été faite, à Reims, au congrès de l'Association française pour l'avancement des sciences, M. Baudrillard a, dans un des intéressants mémoires sur l'état matériel et moral des populations agricoles dont il donne lecture à l'Académie, fait remarquer qu'en Picardie l'usage des tissus de laine a beaucoup augmenté parmi les paysans du département de l'Aisne depuis une vingtaine d'années.

(2) M. Poulain (page 31) estime qu'à 8 francs en moyenne la toison, la France produit pour près de 200 millions de francs de laine par an ; or, comme elle en importe pour plus de 300 millions de francs, et qu'elle en réexporte pour moins de 100 millions, on voit que la production nationale ne fournit en valeur que la moitié de la matière nécessaire à la fabrication. La consommation totale de la laine a plus que triplé en poids depuis soixante ans. — M. Poulain fait observer avec raison que l'évaluation donnée par l'*Annuaire statistique de la France* est beaucoup trop faible.

davantage encore, si elles avaient des débouchés suffisants (1). Il n'est pas douteux que les progrès de la navigation et ceux de la science appliquée à la conservation des viandes ne contribuent quelque jour à ouvrir plus largement aux régions où le bétail se multiplie facilement les marchés qui renferment une population dense et riche, ayant besoin d'aliments fortifiants. Ce jour-là, l'agriculture, sans cesser d'être prospère — car il est impossible que, dans une contrée où il y a beaucoup d'hommes et beaucoup de richesses, on ne demande pas beaucoup à la terre sous quelque forme que ce soit, et que la terre ne fournisse pas beaucoup de revenu brut, quelles que soient d'ailleurs la part de la rente foncière et celle de l'exploitation, — l'agriculture devra compter avec un fait considérable et conformer peu à peu ses cultures à un nouvel état de choses.

Il en est déjà de même de la laine. Les 300 millions de kilogrammes que l'Europe occidentale importe sont un bienfait pour cette région du monde. Ils doivent être considérés de plus comme un fait nécessaire qui est entré en quelque sorte dans nos mœurs économiques et qui s'impose aujourd'hui à nos agriculteurs et à nos industriels.

Des changements d'une autre nature se produiront sans doute aussi. La Russie, qui est encore un pays exportateur et qui fournit environ 20 millions de kilogrammes aux marchés étrangers, utilisera peut-être elle-même quelque jour toute sa laine (1), comme le font déjà les États-Unis qui sont même devenus un pays importateur (2). L'Australie s'ingéniera à mettre en œuvre la matière première qu'elle trouve en si grande abondance sous sa main; elle cherchera à fabriquer une partie des tissus qu'elle consomme et, plus tard, à en exporter. Déjà elle a commencé; la colonie de Victoria tisse près d'un million de mètres de lainages par an (3). C'est là un avenir auquel nos tisserands peuvent songer, comme nos agriculteurs songent à l'importation actuelle de la laine; mais ni les uns ni les autres ne changeront les grands courants.

D'ailleurs l'hémisphère du sud apportera longtemps encore sur nos marchés un approvisionnement de plus en plus considérable de laine brute. D'autres pays pourront venir aussi offrir leur contingent. Près de nous, l'Algérie, qui est une partie de la France et à laquelle on ne saurait, sans reculer jusqu'aux erreurs du XVIII[e] siècle, dénier le droit de vendre librement ses denrées sur des marchés français, fournira assurément une très notable quantité de laine, quand ses plaines et ses hauts plateaux seront suffisamment peuplés et bien aménagés.

Quand on envisage de haut cette révolution économique de la laine et qu'on porte un jugement sur l'ensemble, tout paraît bon : on n'a qu'à approuver et qu'à se réjouir. D'immenses territoires de l'hémisphère austral, naguère déserts ou incultes, aujourd'hui habités et appropriés au service de l'homme, par conséquent, une extension du domaine de l'humanité sur la terre que le regretté J. Duval préconisait comme une des fins de l'œuvre économique; une abondance beaucoup plus grande d'une matière précieuse à tant d'égards approvisionnant les marchés du monde; un perfectionnement de l'outillage des fabriques permettant, à la condition de produire beaucoup plus, de vendre le fil et le tissu bien moins cher et de payer plus cher le filateur et le tisserand; une variété de produits inconnus jadis qui suit ou même qui provoque incessamment les fantaisies de la mode; une diffusion plus large du bien-être dans une de ses manières d'être les plus louables, puisque le tissu de laine satisfait non seulement à des désirs du luxe, mais à un besoin d'hygiène : voilà les résultats généraux.

Serait-il possible qu'une révolution, bonne pour le monde entier, fût mauvaise pour chaque pays en particulier ou, pour préciser davantage, fût préjudiciable aux intérêts français?

Sans doute ce ne sont pas des territoires français qui sont mis en exploitation et ce ne sont pas des Français, sinon en petit nombre à la Plata, qui exploitent. Je souhaiterais que nous eussions cet avantage, sans regretter que d'autres l'aient, et je pense que nous pouvons, si nous voulons, l'avoir nous-mêmes en Algérie.

Mais nous avons, comme les autres et plus que bien d'autres, les avantages de l'abondance de la matière première, du perfectionnement de l'outillage, de l'amélioration des prix, de la variété et de la quantité des produits, de la richesse créée et du bien-être accru.

La seule objection qu'on puisse faire est que l'introduction de la laine étrangère empêche la laine française d'être considérée comme une matière rare et de monter à des prix plus élevés. L'abondance et le bon marché sont-ils donc des maux et faut-il recourir à des proscriptions légales pour les faire cesser? c'est tout au moins un paradoxe; la présomption n'est pas en sa faveur. Puisque l'économie politique est la science de la richesse et que la politique économique a pour

(1) Voici l'état actuel du commerce de bétail et de viande en général d'après M. Neumann-Spallart.

	Importations. — Millions de fr.	Exportations. — Millions de fr.
Grande-Bretagne	416	25
Autriche-Hongrie	105	190
Allemagne	260	147
France	228	42
	...	...
	...	...
Europe	1205	775
Hors d'Europe	11 *	440
Totaux	1216	1215

* C'est surtout l'exportation au Canada qui figure ici.

(2) Nous renvoyons le lecteur à l'*Ensemble des décisions votées par la Société en réponse au questionnaire de M. le ministre de l'agriculture et du commerce.* Voir enquête sur la situation de l'agriculture en France, en 1879, faite à la demande de M. le ministre de l'agriculture et du commerce, par la Société nationale d'agriculture, publiée par M. J.-A. Barral, secrétaire perpétuel. (Deuxième volume.)

(3) En 1877, Victoria avait 8 manufactures de laine avec 471 chevaux-vapeur, fabriquant 719 000 yards d'étoffe (lainages, flanelles, draps), plus 2941 châles, 2816 couvertures. Cette production augmente chaque année.

En 1877, la Nouvelle-Galles du Sud avait 8 manufactures de laine fabriquant 271 452 yards de lainages et draps. — Tiré de *Victorian Handbook*, 1876-77.

but de bien aménager et d'accroître la richesse, le premier sentiment d'un économiste doit être celui de la défiance à l'égard d'une politique qui se propose de repousser une richesse. Pour le changer, il faudrait de solides arguments démontrant qu'un intérêt supérieur exige un tel sacrifice.

Si la démonstration de ce paradoxe était faite, — ce dont je doute, — on pourrait, en vue de remédier à ce soi-disant mal, tenter d'arrêter la laine étrangère à la frontière : l'arrêter entièrement par la prohibition ou l'arrêter en partie par un droit protecteur. Supprimerait-on par une telle mesure la production dans l'hémisphère austral? Non certes. Qu'aurait-on donc fait? On aurait obtenu ce résultat que les laines seraient importées sur les marchés d'Angleterre, de Belgique, d'Allemagne, tandis qu'ils ne le seraient plus ou qu'ils le seraient moins sur les nôtres, que ces marchés profiteraient de tout le supplément qui refluerait de nos ports sur les leurs, ainsi que de l'accroissement futur de la production dans les contrées d'élevage; qu'ils auraient, par conséquent, la laine en grande abondance et à bon marché, tandis qu'en France nous l'aurions relativement rare et chère.

Ils feraient donc leurs tissus à plus bas prix que nous et, quelque confiance que nous ayons dans la supériorité de notre goût, nous ne pouvons pas croire qu'ils ne nous supplanteraient pas sur les marchés étrangers où une légère différence de prix suffit souvent pour donner ou pour enlever la clientèle. Nous aurions à enregistrer de ce chef une perte de plus de 300 millions de francs, ou, tout au moins, si l'on prétendait calculer d'après la balance de l'importation des laines et de l'exportation des laines et lainages, ce qui est, dans ce cas, un mode de calcul très inexact, une perte de 42 millions en moyenne.

Ce n'est pas tout. Les tissus des étrangers, fabriqués plus économiquement, viendraient sur nos propres marchés faire concurrence à nos tissus de laine française. Il faudrait ou laisser dépérir nos fabriques et, par suite, la vente de nos laines, — ce qui est l'opposé du but que l'on viserait, — ou mettre un droit. Peut-être même, si la différence entre nos prix et ceux de l'étranger devenait trop grande, — et nul ne peut dire à quel point elle s'arrêterait, — faudrait-il prohiber l'entrée des tissus (1). Voilà une complication nouvelle. Il est bien évident que, dans ce cas, la consommation nationale serait victime de la politique d'isolement.

On se récrie, il est vrai, qu'on ne songe pas au système suranné de la protection et qu'on ne veut qu'un droit compensateur permettant à l'agriculteur français de lutter à armes égales avec l'éleveur étranger. J'avoue que, malgré l'autorité justement attachée au nom et aux travaux de mon éminent confrère M. de Lavergne, qui a été un des premiers patrons de cette expression nouvelle, je ne comprends pas nettement ce qu'on entend par droit compensateur. Ainsi pensait M. Hippolyte Passy et beaucoup d'économistes sont sur ce point du même avis. En agriculture comme en industrie, chacun produit dans des conditions qui lui sont propres et qui varient suivant sa situation, son capital, son outillage, son intelligence; tel fait des bénéfices lorsque son voisin est en perte. Il n'existe pas un prix de revient fixe, et le prix de vente varie sans cesse suivant les fluctuations du marché : il n'y a donc pas de compensation que le calcul puisse déterminer.

En réalité, tout droit de douane sur un produit étranger pouvant faire concurrence à un produit national agit à la manière d'un droit protecteur, puisqu'il augmente le prix de la marchandise venue de l'étranger et qu'il restreint par là même la concurrence. Mais on est convenu, non sans raison, d'appeler droit protecteur celui qui est combiné en vue de restreindre l'entrée du produit étranger; et d'appeler droit fiscal celui qui a pour objet de procurer un revenu au Trésor en gênant le moins possible le commerce et qui met, dans cette intention, un impôt léger, souvent plus productif qu'un droit capable d'empêcher l'entrée du produit. J'approuve en principe le droit fiscal; je me défie du droit protecteur et, en tout cas, il me paraît inutile de créer, sous le nom de droit compensateur, une nouvelle catégorie mal définie.

S'il n'y a pas de droit compensateur, où serait la mesure du droit protecteur (1)? On demande peu aujourd'hui. Serait-on satisfait demain? La laine de Champagne lavée à fond se vend 5 fr. 50 le kilogramme. Sous la Restauration, lorsqu'elle se vendait 8 francs, l'éleveur gémissait, se croyant menacé de

(1) Les manufacturiers qui, comme ceux d'Elbeuf, demandent que les tissus de laine soient protégés contre l'introduction des lainages étrangers et qui, cependant, veulent l'introduction libre de la matière première, tombent dans le système suranné du colbertisme. S'ils acceptent le droit protecteur sur la matière première, ils sont aussi illogiques que les protectionnistes de la Restauration. D'une manière comme de l'autre, ils semblent tourner le dos à l'avenir du commerce.

La situation actuelle n'est pas, comme nous l'avons dit plus haut, sans difficulté pour eux. L'exportation a diminué (5 180 000 kilogrammes, moyenne de 1873 à 1875; — 4 585 000 kilogrammes, moyenne de 1876 à 1878) et les prix ont baissé : double cause de réduction. Pendant ce temps, la valeur des importations a augmenté : 11 870 000 francs, moyenne de 1873 à 1875; 17 900 000 francs, moyenne de 1876 à 1878. (Rapport de la Commission des valeurs déjà cité plus haut.) C'est un stimulant pour s'ingénier à faire mieux; ce n'est pas une raison de désespérer de la lutte.

Voici comment s'exprimait récemment la Chambre de commerce d'Elbeuf :

« Depuis nombre d'années, prévoyant les maux que devait engendrer le régime des traités de commerce, elle n'a cessé d'élever la voix pour les signaler. Le mal n'a cessé de faire des progrès; à mesure que les débouchés de l'industrie étrangère se ferment à l'exportation, le marché français est de plus en plus inondé de marchandises anglaises, belges et allemandes; un trop-plein général en résulte, et de là une grande dépréciation sur toute étoffe qui ne trouve pas un placement immédiat. » Chambre de commerce d'Elbeuf, 1879, *Rapport de la commission de statistique*, pendant l'année 1878. — La statistique du commerce anglais montre que de l'autre côté de la Manche, on aurait plus de raisons qu'en France de se plaindre des difficultés croissantes de l'exportation.

(1) Dans l'enquête faite en 1879 par la Société nationale d'agriculture, un agriculteur de la Marne, M. Segalas, qui attribue trop exclusivement aux traités de commerce l'abaissement du prix de la laine, demande un droit compensateur d'au moins 0 fr. 60 par kilogramme. Ce serait un droit considérable : plus de 25 pour 100. Et cependant combien serait-on encore au-dessous des prix de la Restauration?

ruine par la concurrence étrangère avec un droit de plus de 20 pour 100. Les mêmes plaintes et les mêmes exigences ne se reproduiraient-elles pas ? Car, si les droits étaient relevés, il y aurait des agriculteurs qui, placés dans une situation moins favorable que les éleveurs d'aujourd'hui, se mettraient à produire de la laine, qui la produiraient chèrement, vivotant dans les bonnes années, perdant à la moindre baisse ; ils diraient qu'il n'y a pas encore pour eux compensation ou qu'ils ne sont pas suffisamment protégés et qu'il faut élever encore davantage les barrières.

Mais, quand les barrières sont élevées si haut, ne sait-on pas que la marchandise trouve plus de facilité pour passer par dessous et qu'on stimule la contrebande en lui offrant l'appât d'une forte prime ?

Est-on bien sûr d'ailleurs que l'exclusion complète ou partielle des laines étrangères produirait nécessairement tous les effets qu'on en espère ? L'industrie et le commerce ont contracté certaines habitudes ; il faut des laines appropriées à tous les genres de fabrication. Les belles qualités françaises ont perdu un peu de leur ancienne finesse, et il y a des étoffes auxquelles il faudrait renoncer, si l'on n'avait plus les assortiments d'Australie. Il y en a d'autres qu'on ne peut obtenir qu'en mélangeant la laine française à la laine d'Australie. Sans l'une, que deviendrait l'autre ?

M. Poulain a fait voir clairement par des tracés graphiques que le prix de la laine française augmente quand augmente l'importation des laines étrangères, et qu'il baisse quand cette importation baisse ; il voit dans la nécessité des mélanges la raison de cette solidarité. Il y a une autre raison qu'il voit aussi : c'est que, lorsque l'industrie est prospère — prospérité qui se manifeste à la fois par la consommation intérieure et par l'exportation — les laines françaises et étrangères sont les unes et les autres recherchées et que les prix montent en même temps que l'importation et l'exportation. L'approvisionnement varié et abondant de matière première est une des sources de la prospérité de l'industrie lainière. Tarir cette source, est-ce bien le moyen de faire monter le niveau de l'eau, autrement dit de maintenir toujours les prix à un niveau élevé ?

Pendant la crise cotonnière qui a été la conséquence de la guerre de sécession aux États-Unis, la laine a pris une partie de la place occupée auparavant par le coton qui était devenu rare et cher. C'est l'époque du plus rapide développement de l'industrie lainière ; l'exportation française, qui peut en donner la mesure, a monté de 216 millions de francs en 1861, à 428 millions en 1864, et quoiqu'elle ait été ramenée après la crise, en 1868, à 288 millions, elle a conservé néanmoins une large part du terrain conquis. N'y aurait-il pas à craindre que le phénomène inverse ne se produisît, si la laine, à son tour, devenait rare et chère, et que le coton et la soie ne la chassassent d'une partie de ses positions ? Quel serait alors le bénéfice pour les producteurs de laine ? En ruinant l'industrie de leurs clients, ils auraient involontairement tué la poule aux œufs d'or.

Se consoleraient-ils en pensant que c'est une autre industrie nationale qui en profite ? D'abord il n'est pas bon de ruiner, de dessein prémédité, une industrie dans l'espérance d'en faire fleurir une autre. Ensuite il n'est rien moins que certain que nos fabriques de coton et de soie enlèverait toutes les positions mal défendues par la laine. Les cotonnades et les soieries étrangères accourraient à l'assaut et voudraient leur part à la curée. Les arrêterait-on en mettant encore des droits prohibitifs à l'entrée de ces cotonnades et de ces soieries ? Le système protecteur entraîne une grande nation manufacturière dans une série de difficultés inextricables. Quand une fois il a commencé à construire sa digue, il ne la trouve jamais assez large et assez élevée ; il faut toujours travailler à la rehausser ou à en boucher les brèches. Cependant le courant de la richesse se détourne, passe et va fertiliser des contrées plus accessibles.

En matière de tarif douanier, comme en matière d'impôt, quand il s'agit d'établir un droit ou de modifier un droit établi, l'homme d'État doit agir avec beaucoup de circonspection et s'entourer de tous les conseils de l'expérience. Les questions et les intérêts qui se rattachent à ces tarifs sont presque toujours complexes, et l'on ne doit traiter avec légèreté ni les questions générales de l'industrie, ni les intérêts particuliers des industriels. Mais il faut que l'expérience sur laquelle on s'appuie soit assez variée et assez large pour éclairer la question dans toute son étendue et il ne faut pas que certains faits, placés trop près de l'observateur ou se dressant devant lui, lui masquent la perspective des grandes lois et des conséquences lointaines.

Une des lois les plus générales de notre économie contemporaine est assurément la facilité des communications qui mette de plus en plus tous les marchés à proximité les uns des autres, permet à tous de profiter des conditions les plus avantageuses pour l'achat, mais exige en même temps que tous puissent soutenir la concurrence de tous pour la vente. C'est une loi de liberté et de progrès.

Il y a plusieurs manières de protéger les intérêts économiques d'un pays : celle qui consiste à écarter du producteur national le contact des forces étrangères pour épargner les blessures à un corps toujours considéré comme débile, et celle qui consiste à fortifier ce corps, c'est-à-dire à accroître les forces productives d'une nation par l'éducation, par le développement des travaux et des services publics reconnus utiles et pratiques, par la liberté, et à rendre le producteur national capable de supporter, chez lui et hors de chez lui, le choc des forces étrangères. La seconde a mes préférences.

E. Levasseur,
Membre de l'Institut.

ANATOMIE

L'anatomie comparée des membres et des ceintures dans la série des vertébrés.

La théorie évolutionniste, fondée par les Goethe, les Lamarck et les Darwin, etc., née en partie de l'anatomie comparée, a témoigné sa reconnaissance envers celle-ci, par l'impulsion considérable qu'elle a imprimée aux recherches ayant pour objet la comparaison des êtres entre eux : il y a eu là action et réaction, et de ce double et fécond mouvement sont nés des travaux intéressants, approfondis et minutieux, apportant les uns et les autres leur contingent à l'armée des faits déjà connus qui plaidaient en faveur du darwinisme. Les travaux portent le plus souvent, il est vrai, sur des points très restreints, et les conclusions qui en découlent sont forcément d'une généralité relative, mais telles qu'elles sont, elles ne laissent pas, par leur nombre, que de faire avancer considérablement la science. Un édifice s'élève pierre à pierre, lentement : chaque ouvrier y contribue pour sa part, mais un seul ne saurait suffire à la besogne entière. De même la science se fonde par l'accumulation des monographies et des études particulières. C'est sur une de ces monographies récentes que nous attirerons ici l'attention du lecteur : il s'agit du mémoire de M. A. Sabatier, professeur à la Faculté des sciences de Montpellier, sur la comparaison des ceintures et des membres antérieurs et postérieurs dans la série des vertébrés (1).

Vicq d'Azyr, en 1774, fut le premier à établir une comparaison entre les membres : c'était ouvrir une voie féconde et intéressante. Mais, d'autre part, cet anatomiste exerça une influence nuisible sur ceux qui l'y suivirent, en introduisant, dès le principe, la notion de la comparaison croisée : il admit, et après lui Cuvier, que le membre antérieur d'un côté a pour homologue le membre postérieur du côté opposé. M. Martins combattit cette idée, en ce qui concerne les membres, en substituant à celle de Vicq d'Azyr la théorie de la torsion; mais il ne sut pas la rejeter, à l'égard de la comparaison des ceintures. M. Sabatier attribue cette erreur à l'idée, généralement acceptée de certains naturalistes, de l'existence d'un plan de symétrie perpendiculaire à la colonne vertébrale, et placé au niveau de l'ombilic, et tel que les parties placées au-dessus et au-dessous sont symétriques, non de forme, mais de position. Il fait remarquer que l'étude des poissons interdit formellement toute conclusion de ce genre et montre qu'à adopter cette théorie pour les mammifères, on arriverait à se voir obligé de prendre les derniers tubercules du coccyx comme symétriques de la tête. Cette notion doit donc être abandonnée, et avec elle, les solutions erronées qu'elle entraîne. La divergence des auteurs est grande, quand il s'agit d'indiquer quelles sont, dans les ceintures principalement, les parties homologues : les solutions proposées par Vicq d'Azyr, Lavocat, Sappey, Humphry, Foltz et d'autres anatomistes en font foi. Selon M. Sabatier, ces divergences tiennent à la différence des principes adoptés par les auteurs. Il leur adresse quelques critiques générales parmi lesquelles les suivantes. Tout d'abord, lorsqu'on compare deux régions homologues, on veut retrouver dans l'une tous les éléments de la première; on admet qu'ils puissent être modifiés, mais non qu'ils aient pu disparaître en partie. C'est une erreur, car les adaptations très différentes auxquelles les régions primitivement similaires ont été condamnées ont fort bien pu modifier leur anatomie, au point que certaines parties, devenues inutiles, aient pu s'atrophier et disparaître; que d'autres, au contraire, devenues importantes, aient pris un développement plus grand. C'est dire que les muscles ont une grande influence sur les os, influence que l'on a méconnue ; en effet, au lieu d'en considérer les insertions, on examine plutôt leurs relations avec les os, leurs rapports. M. Sabatier adopte les principes suivants, qui sont une critique implicite, mais évidente, de ceux que l'on a suivis jusqu'ici : 1° ne pas vouloir retrouver dans l'une des régions comparées tous les éléments de l'autre ; 2° considérer les os comme faits pour les muscles, plus que les muscles pour les os. Les os doivent être considérés comme des portions de tissu conjonctif durcies et ossifiées parce que les muscles qui s'y insèrent ont besoin de points d'appui et d'action, fixes et rigides : les saillies osseuses sont proportionnées au volume des masses musculaires qui s'y insèrent. D'où les conclusions que l'homologie des muscles prouve l'homologie des os auxquels ils s'insèrent; que là où des muscles déterminés existent, les os auxquels ils se rendent existent aussi; que là où le muscle manque, l'os fait également défaut; 3° ne pas établir les comparaisons d'emblée sur les êtres chez qui les différenciations sont portées au plus haut point, mais, au contraire, commencer par ceux chez qui elles sont au minimum pour de là s'élever à la considération de cas de plus en plus difficiles.

Guidé par ces principes généraux, M. Sabatier étudie longuement les analogies des ceintures chez divers ordres d'animaux; le détail de ces recherches ne saurait être donné ici, ni même le tableau où l'auteur donne les homologies musculaires, mais nous pouvons citer quelques-uns des faits que M. Sabatier énonce. Pour lui, il est évident : 1° que l'ischion a pour homologue le point osseux supérieur de la cavité glénoïde; 2° qu'au pubis, correspond le coracoïde; 3° que l'épine iliaque n'est aucunement comparable à celle de l'omoplate; 4° que la clavicule n'a pas d'homologue à la ceinture pelvienne.

Passant ensuite à la comparaison des membres antérieur et postérieur, M. Sabatier s'attache principalement à combattre — le plus courtoisement du monde, d'ailleurs — la théorie de M. Martins sur la torsion de l'humérus. M. Martins admet, comme on sait, que l'humérus n'est qu'un fémur tordu de 180° sur son axe ; en le détordant, on a un os de même forme que le fémur, présentant en avant sa face tricipitale et olécrane, et ses condyles contournés. M. Sabatier n'admet pas cette manière de voir et propose une autre

(1) Montpellier, Coulet, éditeur; Paris, Delahaye. 1880.

solution consistant à admettre, non plus une torsion partielle, mais une rotation totale, en dehors pour l'humérus, en dedans pour le fémur. Nous ne saurions le suivre dans les développements fort intéressants qu'il donne, mais un fait mérite d'être noté : c'est que, pour M. Sabatier, le trochantin fémoral (petit trochanter) ne correspond pas aux trochanters de l'humérus et n'est pas un trochanter. Des conclusions, malheureusement trop longues pour être citées ici *in extenso*, formulent les résultats auxquels M. Sabatier est arrivé, et les homologies qu'il croit pouvoir admettre. A coup sûr, M. Sabatier en trouve, et de nombreuses, car il achève son mémoire en disant que, si l'hérédité des dispositions acquises a pu modifier le type primitif et commun, elle n'a pu masquer les homologies qui existent encore, preuves vivantes et certaines de la consanguinité des types actuels. Nous souscrirons volontiers à cette conclusion générale, et le ferons toujours avec plaisir lorsqu'il s'agira de conclusions formulées avec autant de science et de prudence que le sont celles que nous fournit le mémoire de M. Sabatier. Il a fait là une œuvre consciencieuse et patiente, qui mérite d'être lue et méditée.

HENRY DE VARIGNY.

BULLETIN DES SOCIÉTÉS SAVANTES

Académie des sciences de Paris

SÉANCE DU 27 SEPTEMBRE 1880.

M. *Pasteur* communique quelques travaux qu'il a entrepris avec M. *Chamberland* sur la non-récidive de l'action charbonneuse.

Tout d'abord ces savants ont été chargés par le ministre de l'agriculture et du commerce de porter un jugement sur la valeur d'un procédé de guérison du charbon des vaches, imaginé par un habile vétérinaire du Jura, M. Louvrier, et qui consiste à maintenir l'animal à une température élevée par des frictions, par des incisions à la peau dans lesquelles on introduit un liniment à la térébenthine, enfin en recouvrant l'animal, la tête exceptée, d'une couche épaisse de 0m,20 de regain, préalablement humecté de vinaigre chaud, qu'on retient par un drap qui enveloppe tout le corps.

Mais aucune des expériences n'a été réellement concluante.

M. Pasteur s'occupe alors de la récidive du charbon. Le 15 septembre 1880, deux vaches guéries, qui avaient été fort malades, à la suite de premières inoculations charbonneuses, sont réinoculées *du côté opposé aux premières inoculations*. On se sert de cinq gouttes d'une culture de bactéridies du charbon, bactéridies provenant d'une vache charbonneuse.

Les jours suivants, pas d'œdème sensible ni sur l'une ni sur l'autre vache, et pas d'élévation de température. La question est donc éclaircie : le charbon ne récidive pas, et si l'on se rappelle que, en 1878, dans les expériences de Saint-Germain, près de Chartres, sept moutons sur huit qui avaient été malades à la suite de repas souillés de cultures charbonneuses ont résisté à des inoculations directes du sang charbonneux, même à haute dose, on peut dire que le fait de la non-récidive s'applique aux moutons de races françaises comme aux vaches.

Par les travaux de M. Pasteur sur le choléra des poules, nous connaissions une maladie virulente parasitaire qui est susceptible de ne pas récidiver. Nous en avons maintenant un second exemple dans l'affection charbonneuse. Nous savons également que, dans le charbon comme dans le choléra, des inoculations qui ne tuent pas sont préventives, et qu'enfin, de même que dans le choléra, on peut sans doute prévenir à tous les degrés.

L'importance de ces résultats ne saurait échapper à personne, car la pathologie humaine nous en offre d'analogues, et ils tendent une fois de plus à rapprocher les maladies virulentes à parasites microscopiques des maladies virulentes dont la cause étiologique est encore inconnue. Rappelons que la non-récidive est, au moins pour un temps plus ou moins long, un caractère habituel des maladies virulentes proprement dites.

Et maintenant rapprochons des observations précédentes le fait que M. Chauveau vient de constater sur les moutons algériens. Après avoir démontré que la race des moutons algériens est moins apte à prendre le charbon que les moutons des races françaises, M. Chauveau a fait voir que cette immunité devient plus marquée à la suite d'une première inoculation, quand celle-ci n'a pas entraîné la mort. Il est porté à croire que l'immunité relative des moutons algériens et son renforcement par inoculation préalable « sont dus à des matières nuisibles à la prolifération de la bactéridie », et, fort de cette opinion, M. Chauveau croit trouver dans les faits qu'il a observés une objection à l'*explication proposée* par M. Pasteur, de la non-récidive du *choléra des poules* et des maladies virulentes. L'immunité relative des moutons algériens paraît être à M. Pasteur, comme tous les faits du même ordre, un effet de constitution, de résistance vitale. Celle-ci s'oppose à la prolifération de la bactéridie, comme celle de la poule non refroidie s'y oppose, comme chez la poule encore cette même résistance vitale s'oppose à la prolifération mortelle des virus atténués du choléra des poules... Loin de voir avec M. Chauveau, dans les faits relatifs aux moutons de l'Algérie, une objection à la théorie de la non-récidive des maladies virulentes, M. Pasteur les regarde comme une confirmation. « Je n'abandonnerai pas facilement, dit l'auteur, cette théorie de la non-récidive des maladies virulentes ; elle repose sur des observations qui lui sont pour ainsi dire adéquates, et elle satisfait l'esprit dans une question qui défiait jusqu'à l'hypothèse. Quel mystère, en effet, que celui de la non-récidive d'une maladie virulente! Et combien plus ce mystère s'est accru lorsqu'il fut démontré que la non-récidive s'appliquait également à une maladie virulente parasitaire, le choléra des poules! Tant que la théorie que j'ai proposée de la non-récidive rendra compte des faits acquis, et, suivant moi, elle a toujours cette vertu, notamment de par les observations mêmes de M. Chauveau, qu'elle eût pu prévoir et qu'elle a peut-être provoquées à l'insu de leur auteur, il sera sage de conserver et de tenter de fortifier cette théorie.

— M. *de Lesseps* annonce que M. Roudaire a terminé son rapport sur son exploration des chotts tunisiens et algériens. Les conclusions sont complètement favorables à la facilité du remplissage des bassins situés entre le golfe de Gabès et

la ligne projetée du chemin de fer de Biskra à Tougourt. Ces bassins pourront créer utilement une mer intérieure de 400 kilomètres de longueur et de 1600 kilomètres de circonférence.

— M. *L. Perrier* présente un manomètre à tension de vapeur pour analyser les liquides et mesurer les pressions.

— M. *Ph. Gilbert* : sur une propriété de la fonction de Poisson et sur l'intégration des équations aux dérivées partielles du premier ordre.

— M. *J. Farkas* : sur la théorie des sinus des ordres supérieurs.

— M. *G. Govi* rappelle que l'on avait admis jusqu'ici que le P. Antoine-Marie Schyrle de Rheita, capucin de Bohême, né en 1597 (environ), mort à Ravenne en 1660, avait proposé le premier l'emploi des lunettes binoculaires. Cette invention se trouve indiquée dans un traité de lui, qui porte le titre assez étrange d'*Oculus Enoch et Eliae*, et qui a paru à Anvers en 1645. Un autre capucin, le P. Chérubin, d'Orléans, perfectionna l'idée du P. de Rheita et publia là-dessus un volume orné de très belles gravures, intitulé *la Vision parfaite* (Paris, 1677, in-fol.), où il décrit les lunettes binoculaires qu'il avait construites lui-même, et il en fait ressortir tous les avantages.

On a bien prétendu que, avant le P. de Rheita, Galilée avait adapté deux lunettes à une espèce de casque, à l'aide duquel il se proposait d'observer sur mer les satellites de Jupiter; mais les documents qui se rapportent au *Celatone* de Galilée sont très peu explicites et ne permettent pas encore d'affirmer avec certitude qu'il ait construit réellement des lunettes binoculaires et qu'il en ait apprécié l'utilité.

Mais M. Govi, en cherchant dans les papiers de Peiresc, à la Bibliothèque nationale, vient d'y rencontrer un document imprimé qui enlève irrévocablement au capucin de Bohême la priorité de l'invention, pour la donner à un nommé D. Chorez, lunetier « à Paris, en l'isle Nostre-Dame, à l'enseigne du Compas ».

— MM. *Couty* et *de Lacerda* ont montré que le venin du *Bothrops jararaca*, injecté par une veine, détermine des lésions hémorrhagiques irrégulières. Mais introduisant le venin sous la peau par injection capillaire, il n'a pas été possible de constater les mêmes troubles caractéristiques.

Quelle que soit la voie d'introduction, tissu cellulaire, muscle ou séreuse, cerveau, cœur ou poumon, quelle que soit la quantité de venin injecté, à moins de ruptures vasculaires ou de plaies antécédentes, on ne constate aucun signe net de pénétration du venin dans le sang, et l'on est donc amené à conclure que le venin n'est pas absorbé, au moins en quantité appréciable et sous sa forme originelle.

Au contraire, il se produit toujours des phénomènes locaux d'inflammation, souvent très intenses et, pour certains organes, rapidement mortels. Ce sont des abcès phlegmoneux ou des myosites, ou encore des méningo-encéphalites, des pleurésies ou des sortes de pneumonies. Ces lésions débutent toujours au niveau de l'injection par des suffusions, puis des infiltrations hémorrhagiques multiples; mais elles peuvent rester plus ou moins localisées ou elles s'étendent assez loin; elles sont bornées au tissu primitivement atteint ou elles gagnent plus ou moins rapidement les tissus ou les organes voisins.

— M. *A.-T. de Rochebrune* rappelle que la colonne rachidienne chez les Ophidiens constitue seule, « avec ses dépendances costales, la totalité de la charpente solide du tronc »; aussi les anatomistes, se basant sur la présence de côtes « depuis la tête jusqu'à la queue », sont-ils unanimes pour considérer leurs vertèbres comme ne présentant pas entre elles de différences appréciables.

Malgré l'autorité des auteurs, l'étude d'un assez grand nombre de squelettes (soixante-deux) a démontré à l'auteur que cette uniformité vertébrale est seulement apparente et qu'il est facile, comme pour les vertébrés en général, de partager le rachis des serpents en régions : cervicale, thoracique, pelvienne, sacrée et coccygienne.

Sans tenir compte de la région cervicale, *uniquement* composée de l'atlas et de l'axis, aux formes nettement accusées, on observe que l'axe osseux est formé de deux pyramides étroites, sensiblement pentagonales, opposées par leur base la plus large, plus ou moins longues en raison des os qu'elles renferment, et dont la première dépasse rarement les trois huitièmes de la longueur totale du corps.

Étant connus les éléments vertébraux particuliers aux Ophidiens, il devient évident que la caractéristique de chaque région est subordonnée aux modifications subies par ces éléments.

— M. *J. Chatin* : Par son organisation comme par les désordres qu'elle détermine chez son hôte, la Bilharzie présente un intérêt tout spécial; mais, essentiellement localisé sur le continent africain ou dans les îles voisines, ce Trématode, l'un des plus redoutables parasites de l'espèce humaine, n'a pu que rarement être soumis à un examen direct. Cependant, depuis l'époque où Bilharz le signalait pour la première fois à l'attention des médecins et des zoologistes (1851), on l'a parfois observé sur des malades récemment arrivés du Cap ou d'Égypte; c'est à une circonstance analogue que M. Chatin doit d'avoir pu suivre son évolution durant les premières phases du développement.

Régulièrement ovale, l'œuf de la Bilharzie n'offre aucune trace de stries ou de cannelures, mais porte à l'un de ses pôles un prolongement conique. La segmentation du vitellus s'opère rapidement, et bientôt on voit se constituer un embryon dont l'aspect est caractéristique.

Revêtue par une cuticule de laquelle émergent d'innombrables cils vibratiles, la jeune larve apparaît comme un Infusoire qui serait contenu dans l'œuf et dont la masse interne n'offrirait encore nul indice de différenciation; extérieurement les contours s'accentuent; une sorte de mamelon (proboscide) commence à indiquer la future région céphalique. Cet état général persiste ordinairement jusqu'à l'époque de l'éclosion; celle-ci s'affirme par d'importantes modifications organiques; au-dessous de la zone proboscidienne s'ébauche un cœcum qui plonge verticalement dans la masse somatique; sur ses parties latérales apparaissent des diverticules secondaires qui concourent à figurer un ensemble assez complexe, tandis que sur différents points du corps, et spécialement dans la couche tégumentaire, se ramifient d'élégantes traînées vasculiformes.

— M. *B. Loewenberg*, s'appuyant sur ce que M. Pasteur a récemment découvert la présence d'un microbe dans le furoncle, a retrouvé le même micro-organisme dans le furoncle du conduit auditif. Si le premier furoncle d'une série résulte de l'immigration d'un microbe provenant de l'air ou des eaux, il pense que la désolante multiplication de ces petits abcès qui empoisonne la vie de certaines personnes est due à ce qu'il appelle l'*autocontagion*. Une fois le furoncle ouvert, le pus se répand à la surface cutanée en charriant les mi-

crobes spéciaux. Ceux-ci peuvent immigrer dans un ou plusieurs follicules pilo-sébacés et provoquer ainsi un ou plusieurs nouveaux furoncles, et ainsi de suite, ce qui conduit à admettre que le furoncle est *contagieux*.

Conformément à cette manière de voir, l'auteur fend le furoncle, et celui du conduit auditif en particulier, dans toute son épaisseur (après pulvérisation réfrigérante), et emploie ensuite des bains locaux ou lotions avec des solutions d'acide thymique ou borique.

Quant aux microbes trouvés dans d'*autres maladies de l'oreille,* surtout dans les cas d'otorrhée où le nettoyage de l'oreille avait été négligé, M. Loewenberg a toujours trouvé des micrococcus en quantité énorme.

Partout où il y avait eu emploi prolongé d'émollients, surtout de *cataplasmes,* tous les débris (épidermiques et autres) retirés de l'oreille étaient entourés d'une zone concentrique de micrococcus. Peut-être y a-t-il là l'explication de l'effet souvent destructif pour l'oreille de l'usage prolongé des cataplasmes? On sait d'ailleurs qu'on observe souvent des furoncles après un usage longtemps continué de cette médication extérieure.

BIBLIOGRAPHIE

Sommaire des principaux recueils de mémoires originaux.

Zeitschrift fur physiologische chemie (t. IV, 1880, fasc. 1, 2, 3, 4). — *Senator :* Produits de putréfaction et de fermentation dans l'intestin des nouveau-nés. — *Noorden :* Analyse spectroscopique du sang. — *Gaehtgens :* Élimination de l'ammoniaque. — *Salkowski :* Rôle du glycocolle dans l'organisme.— *Brieger :* De l'acide cyanurique. — *Musculus et Mering :* Action des ferments diastatiques sur le glycogène et l'amidon. — *Leddernose :* De la glycosamine. — *Hester :* Examen du liquide pancréatique chez l'homme. — *Weyl et Aurep :* Élimination de l'acide hippurique et de l'acide benzoïque pendant la fièvre. — *Hoppe Seyler :* Chlorophylle des plantes. — *Brieger :* Éthers phénylsulfuriques dans l'urine de l'homme. — *Preusse :* Métamorphoses de la vanilline dans l'organisme. — *Sotnitschewsky :* Acide phosphoglycérique dans l'urine. — Altérations chimiques du tissu pulmonaire dans la pneumonie. — *Capranica :* Nouvelle réaction de la guanine. — *Schiffer :* Méthylamine et méthylurée dans l'urine. — *Hamburger :* Fixation et élimination du fer. — *Hofmeister :* Recherches de la peptone dans l'urine. — Peptones du pus. — *Preusse :* Analyse du liquide d'un kyste. — *Kossel :* Nucléine de la levure. — Éthers phényliques de l'organisme. — *Baumann :* Substances de la série aromatique dans l'organisme.

— Archives de physiologie de Pfluger (t. XXII, fasc. 1 à 8). — *Engelmann :* Discontinuité du cylindre axe et structure fibrillaire des nerfs. — *Bach* et *Oehler :* Étude des courants électriques de la peau. — *Hermann :* Mort du muscle dépendant de la longueur des nerfs. — *Oppenheim :* Influence de l'ingestion d'eau sur l'élimination des produits azotés de l'urine. — *Deutschmann :* La cataracte diabétique de l'homme dépend-elle de la déshydratation du cristallin par les liquides sucrés de l'œil? — *Jeleuffy :* Le muscle vocal et le registre de la voix. — *Loew :* Lécithine et nucléine de la levure. — *Angelucci* et *Aubert :* De la durée nécessaire à l'accommodation de l'œil et à la courbure de la face antérieure du cristallin. — *Vintschgau :* Du temps physiologique nécessaire dans la réaction à une excitation. — *Maly :* Production de chaleur dans la digestion artificielle. — *Luchsinger :* Sécrétion de la sueur. — *Luchsinger* et *Guillebeau :* Y a-t-il dans le nerf vertébral des filets qui dilatent la pupille? — *Luchsinger :* Étude sur les centres de la moelle. — Expériences sur l'excitabilité directe de la moelle. — La moelle des mammifères peut-elle produire des réflexes généralisés? — Des réflexes croisés. — *Schultze :* Remarques sur l'atelectasie de la moelle. — *Pekelharing :* Contribution à l'histoire des peptones. — *Seegen* et *Kratschmer :* Nature du glycogène et sa formation dans le foie. — *Hermann :* Propriétés optiques des muscles pendant leur contraction, et leur extension. — *Setochenoff :* Respiration dans l'air comprimé. — *Tollin :* Vie de M. R. Colombo d'après le livre XV *De re anatomicâ.* — *Wolberg :* Influence des sels et des alcaloïdes sur la digestion. — *Nägeli :* Production de chaleur dans les fermentations. — *Worm Müller* et *Hagen :* Expériences diverses sur la nature de la réaction de la glycose, et de la liqueur de Fehling, de la glycose et de la liqueur de Trommer, dans des liquides acides, neutres, alcalins, etc.

— Journal de physique (septembre 1880). — *J. Joubert :* Sur les courants alternatifs et la force électromotrice de l'arc électrique. — *C. Szily :* Sur la formule d'interpolation de M. Pictet. — *E. Bouty :* Phénomènes thermo-électriques et électro-thermiques au contact d'un métal et d'un liquide (fin). — *E. Villari :* Sur les lois thermiques des étincelles électriques produites par les décharges ordinaires, incomplètes et partielles des condensateurs. — *E. Villari :* Sur les lois thermiques et galvanométriques des étincelles d'induction.

Publications nouvelles.

Traité de pharmacie galénique, par *A. Bourgoin,* professeur à l'École de pharmacie de Paris. 1 fort volume in-8° avec 89 figures intercalées dans le texte (Delahaye, éditeur).

— Manuel de laryngoscopie et de laryngologie, par le docteur *Cadier.* 1 vol. in-18 avec 6 planches (Delahaye, éditeur).

— Esquisse de climatologie médicale sur Pau et les environs, par le docteur *Decboué.* 1 volume (Delahaye, éditeur).

CHRONIQUE

Nominations dans l'enseignement. — Notre collaborateur, M. Pellat, a été nommé professeur de physique au lycée Louis-le-Grand.

Association américaine pour l'avancement des sciences. — Le congrès de Boston, d'après le journal anglais *Nature,* semble avoir été remarquablement brillant. Plus de 1000 *membres sociétaires* étaient présents. Le nombre des communications faites devant les sections était de 280, et toutes avaient été examinées préalablement.

— Troisième cable français de Marseille a Alger. — Le *Dacia* vient de procéder à la pose de ce câble dont la longueur totale est de 972 kilomètres.

— École polytechnique. — *Concours d'admission en* 1880. — Voici la liste, par ordre de mérite, des cinquante premiers candidats admis à l'École polytechnique : 1 Boëll, 2 Delebecque, 3 Thomas, 4 Pellé, 5 Fontaine, 6 Estienne, 7 Séligmann-Lui, 8 Reuss, 9 Braün, 10 Bourgougnon, 11 Bochet, 12 Cornut, 13 Thouvenin, 14 Armand, 15 Bernard de Courville, 16 Loyer, 17 Fumey, 18 Dorion, 19 Mortenol, 20 d'Ocagne, 21 Vandier, 22 Robin, 23 Faure, 24 Lévesque, 25 Goujon, 26 Grimal, 27 Mambret, 28 Pradet, 29 d'Alès, 30 Le Gallais, 31 Clément, dit Sibille, 32 Guittard, 33 de Lagabbe, 34 Ferrand, 35 Demange, 36 Jullien, 37 Havé, 38 Meauzé, 39 Croiset, 40 Baratte, 41 Odier, 42 Marcadé, 43 Brachet, 44 Varin, 45 Gallice, 46 Papelier, 47 Lagrange, 48 Béjot, 49 Liége d'Iray, 50 Gentot.

— Congrès géologique. — Le deuxième congrès géologique international se réunira l'an prochain à Bologne; il se prépare sous l'habile direction du savant professeur de l'Université de Bologne, M. Capellini. Le roi d'Italie en est le protecteur et s'y intéresse, M. Sella en est le président d'honneur et le gouvernement a déjà fait beaucoup pour en assurer le succès et l'utilité. En souscrivant au siège de la Société géologique, 7, rue des Grands-Augustins, l'on reçoit *franco* les documents préparatoires.

— Association allemande. — Le 53e congrès de l'association des naturalistes et physiciens allemands s'est tenu à Dantzig dans le courant du mois dernier; nous rendrons compte ultérieurement des communications faites à l'association.

Le propriétaire-gérant : Germer Baillière.

PARIS. — Impr. J. CLAYE. — A. QUANTIN et Cie, rue St-Benoît. [1549]

LA

REVUE SCIENTIFIQUE

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

REVUE DES COURS SCIENTIFIQUES (2e SÉRIE)

DIRECTEURS : MM. ANTOINE BREGUET ET CHARLES RICHET

2e SÉRIE — 10e ANNÉE NUMÉRO 16 16 OCTOBRE 1880

Paris, le 15 octobre 1880.

La sixième conférence générale de l'Association internationale géodésique s'est réunie cette année, à Munich, du 13 au 18 septembre. Nous donnons ci-dessous le programme des questions traitées dans le cours de la session :

I. Rapports annuels de la commission permanente et du bureau central.
II. Rapports de MM. les délégués sur l'avancement des travaux dans leurs pays, en 1880.
III. Résumé de l'état actuel de la mesure des degrés en Europe.
1° Les déterminations astronomiques des longitudes, latitudes et azimuts; rapporteurs, MM. V. Oppolzer et Bruhns;
2° Les études de réfraction; rapporteur, M. V. Bauernfeind;
3° Les triangulations; rapporteur, M. le colonel Ferrezo;
4° Les mesures de bases et les appareils qui y servent; rapporteur, M. le lieutenant-colonel Perrier;
5° Les nivellements de précision; rapporteur, M. Hirsch;
6° Les maréographes; rapporteur, M. le général Ibañez;
7° Les déterminations de l'intensité de la pesanteur par le pendule;
Quelle est la construction d'un appareil de pendule qui satisferait le mieux aux exigences de la science, en particulier la question du pendule double? Rapporteurs, MM. Plantamour et Cellérier;
8° Les publications concernant les travaux relatifs à la mesure des degrés; rapporteur, M. Sadebeck.

La France était représentée à la conférence par MM. Yvon Villarceau et Faye, membres de l'Institut, délégués par le bureau des longitudes, et par M. le lieutenant-colonel Perrier, membre de l'Institut, délégué par le dépôt de la guerre.

M. Perrier a rendu compte à l'association des résultats obtenus, en 1879, dans les opérations relatives à la jonction géodésique et astronomique des réseaux espagnol et algérien, ainsi que des travaux exécutés par le dépôt de la guerre en France et en Algérie, pendant l'année 1880.

La question du pendule a donné lieu à une discussion très intéressante, à laquelle ont pris part MM. Plantamour, Helmholtz, Faye et Y. Villarceau.

Le ministre de l'agriculture et du commerce vient d'adresser au président de la République un rapport sur la création d'un bureau national scientifique et permanent des poids et mesures.

Ce bureau est composé de MM. J.-B. Dumas, président; J. Bertrand, vice-président; Maury, Hervé-Mangon, Sainte-Claire Deville, colonel Perrier, amiral Mouchez, Laussédat, Péligot, Debray, Mascart, Mayer, Girard, Génot.

Le gouvernement français avait créé, par un décret du 1er septembre 1869, une commission internationale chargée de préparer la copie légale, par un mètre à traits, du mètre à bouts des archives.

La conférence diplomatique réunie à Paris, le 1er mars 1875, aboutit à une convention par laquelle *seize* États s'engageaient à fonder et à entretenir, à frais communs, à Paris, un bureau des poids et mesures.

Dorénavant, un exemplaire des prototypes du mètre et du kilogramme sera déposé, à l'Institut, aux Archives nationales, au Conservatoire des arts et métiers et à l'Observatoire de Paris.

Le photophone de M. Graham Bell a été présenté lundi dernier à l'Académie des sciences par M. Antoine Breguet. L'appareil complet, pour la transmission de la voix, est arrivé à Paris dans la journée de mercredi; nous avons été les premiers à l'expérimenter, et nous pouvons assurer à nos lecteurs que le photophone tient toutes les promesses des descriptions qu'on a pu en lire.

HYGIÈNE

Les odeurs de Paris

Pendant la période des grandes chaleurs, à certains jours, surtout vers le soir, dans plusieurs quartiers de Paris, on a eu à souffrir d'odeurs très désagréables. Les journaux, en l'absence des Chambres, ont trouvé là un sujet intéressant un grand nombre de lecteurs. Nous allons rechercher quelles sont les origines de ces odeurs, et quelle a pu être leur influence sur la santé publique. On a tout d'abord incriminé les *égouts*. Il est certain que, lorsque la température ambiante est élevée et que les égouts ne sont pas convenablement lavés et désinfectés, il s'échappe de leurs bouches des odeurs qui sont loin de plaire aux voisins et aux passants. Ces émanations désagréables ne sont pas habituelles, on peut facilement les éviter par des lavages avec une quantité d'eau suffisante, et si besoin est, par la désinfection, à l'aide des sels solubles de zinc ou de fer.

On a pensé ensuite aux *dépôts particuliers de vidange*. Il faut bien se débarrasser quelque part de ces résidus des grandes agglomérations d'hommes et les utiliser le mieux possible. En autorisant ces dépôts particuliers, on leur impose la condition d'une désinfection immédiate et permanente. En visitant ces voiries particulières, on ne constate que trop souvent que la désinfection est loin d'être permanente et que des odeurs fétides se répandent au loin. Il faut exiger l'observation rigoureuse des conditions imposées à l'autorisation.

Les fosses d'aisances fixes, de toutes les anciennes maisons, doivent être munies d'un ventilateur; c'est un tuyau en poterie, d'une largeur suffisante, placé loin du conduit de descente, partant de la fosse, et s'élevant au-dessus du toit. Ce ventilateur écarte les dangers d'asphyxie des vidangeurs par l'hydrogène sulfuré, mais moins sûrement qu'une désinfection complète à l'aide des sels solubles de fer et mieux de zinc. Pour prévenir les mauvaises odeurs, le ventilateur a des avantages compensés. Quand les couches d'air supérieures sont échauffées, tout va bien, les gaz fétides sont enlevés dans l'atmosphère; mais quand la condition inverse se présente et que les bondes hydrauliques fonctionnent mal, les rez-de-chaussée sont souvent infectés.

Ajoutons que vers le soir, quand un léger brouillard s'étend sur la ville, l'hydrosulfate d'ammoniaque descend avec lui; on attribue alors les mauvaises odeurs aux bouches d'égout, qui en sont innocentes pour la plus grande part.

Paris a dans son voisinage, à Aubervilliers, dans la plaine Saint-Denis et ailleurs, des établissements de première classe, d'où émanent des odeurs désagréables que les vents peuvent nous apporter.

De grands travaux d'égout sont en voie d'exécution dans la plupart des quartiers. Tout le monde sait, sans qu'il soit besoin d'insister, que le sol de Paris, imprégné par les produits qui s'y fixent, par les fuites du gaz d'éclairage, sont loin de charmer l'odorat. Quand on opère, comme on le fait depuis plusieurs mois, de grands mouvements de terrains, ces odeurs du sol doivent puissamment contribuer à la résultante générale. Ainsi, comme on le voit, les causes des odeurs de Paris sont des plus complexes.

Examinons maintenant quelle a pu être leur influence sur la santé publique. C'est évidemment le point le plus important de cette question.

Remontons à l'origine et parlons d'abord des fosses d'aisances fixes. Il me paraît très vraisemblable que les microbes des maladies contagieuses, les œufs des vers intestinaux ne trouvent pas dans les matières contenues dans ces fosses leurs conditions d'existence et qu'ils y périssent.

On explique très bien ainsi la fréquence des parasites intestinaux chez les enfants des campagnes, dans lesquelles toutes les maisons sont loin d'être pourvues de fosses d'aisances, et la rareté de ces parasites dans les grandes villes. Les fosses fixes, loin d'être nuisibles, constituent donc un moyen efficace d'assainissement. Ce que je viens de dire des latrines s'applique aux *dépôts particuliers de vidange*.

Examinons maintenant quels sont les gaz qui s'échappent des ventilateurs des fosses d'aisances, des bouches d'égout et des dépôts de vidange. On y constate l'existence de gaz hydrogène sulfuré, de carbonate et d'hydrosulfate d'ammoniaque, peut-être d'autres composés hydrogénés gazeux en petite quantité. Tous ces produits gazeux entraînent des traces de matières fétides, dont l'odeur disparaît presque complètement lorsqu'on s'empare de l'hydrogène sulfuré à l'aide d'un sel de zinc. Les microbes des maladies contagieuses, s'il s'en trouve dans l'air des égouts plus que dans celui des rues (ce qui est loin d'être démontré), doivent y rester, car ils sont plus lourds que les gaz hydrogénés qui s'échappent par les bouches. Il ne s'en trouve pas, à plus forte raison, dans l'atmosphère des ventilateurs et des voiries de matières fécales. Au reste, l'état sanitaire des vidangeurs le démontre.

Les gaz odorants, qui existent dans l'atmosphère de Paris, sont en proportion infiniment trop petite pour causer le moindre dérangement de santé. Ils ne deviennent éminemment dangereux que lorsqu'ils sont accumulés dans des espaces confinés (fosses fixes, égouts obstrués, etc.). Pour les matières odorantes fétides qui s'exhalent lorsqu'on remue la terre imprégnée par les produits des fuites de gaz, je partage complètement l'avis de mon ami H. Sainte-Claire Deville. Ces odeurs sont désagréables, mais elles ne sont nuisibles en aucune façon.

J'ai examiné les principales causes des odeurs qui ont affecté désagréablement les sens des Parisiens pendant quelques jours des grandes chaleurs de l'été; *théoriquement, je les ai complètement innocentées*. Voyons si l'observation va confirmer cet arrêt de non-lieu.

Les maladies contagieuses exigent ordinairement, pour se déclarer, huit à dix jours d'incubation. Recherchons si huit ou dix jours après la constatation des odeurs de Paris, le chiffre de la mortalité s'est augmenté. C'est le contraire qui a été établi et, depuis lors, ce chiffre a continuellement baissé, comme on peut le voir, en consultant les bulletins hebdomadaires de statistique municipale. Je serais loin de

vouloir en attribuer le bénéfice aux gaz odorants répandus dans l'atmosphère; mais on conviendra que c'est un bon argument pour les innocenter.

Ces odeurs sont désagréables sans doute. Il faut redoubler d'efforts pour en éviter le retour; mais répétons, parce que cela est vrai, qu'elles n'altèrent en rien la santé publique, et en bons Parisiens, n'éloignons pas les étrangers de notre ville par cette fantaisie hygiénique. Répétons ce qu'à bien des reprises j'ai démontré que, pour l'ensemble des conditions hygiéniques, aucune des très grandes villes du monde ne doit être placée avant Paris.

BOUCHARDAT,
Professeur à la Faculté de médecine de Paris.

ZOOLOGIE

Des objections faites au transformisme.

Nous ne sommes pas encore bien loin du temps où les partisans de la doctrine de l'évolution pouvaient facilement se compter et formaient, pour ainsi dire, dans la science, une secte à part, bannie et méprisée par les représentants de la science officielle. Malgré des attaques passionnées, cette doctrine a fait son chemin, lentement, mais sûrement, comme toute hypothèse fondée sur l'examen sérieux et impartial des faits. Et si l'on songe que cette théorie, proposée par Lamarck en 1809, a langui pendant près d'un demi-siècle sous l'ostracisme dont l'avait frappé l'école de Cuvier, et ne s'est relevée qu'en 1849, avec le livre fameux de Darwin sur l'*Origine des espèces,* on conviendra qu'en trente ans elle a fait bien des progrès.

Aujourd'hui nous la voyons acceptée, au moins *en principe* — et c'est le point important, — par ceux-là mêmes que l'on peut considérer comme les propres élèves de Cuvier. Et ce n'est plus à mots couverts, ou dans des conversations particulières, mais du haut de la chaire professorale et dans des discours académiques, qu'ils se déclarent pour cette doctrine comme la seule qui réponde à l'état actuel de la science.

Que cette théorie, dans ses détails, soit susceptible de modifications plus ou moins profondes; qu'elle en ait besoin plus que toute autre avant d'arriver à une perfection relative, c'est ce que nul ne songe à nier. Mais en cela, elle subit le sort ordinaire de toutes les théories scientifiques, de toutes les créations du génie de l'homme, elle progresse avec lui.

Parmi les objections plus ou moins scientifiques que l'on voit encore se produire, de temps en temps, contre la doctrine de l'évolution, il en est une que l'on a considérée comme vraiment sérieuse, et que certains esprits se sont plu à regarder comme tout à fait irréfutable.

Cette objection se formule généralement ainsi : « Si le transformisme est fondé, on doit trouver dans les couches géologiques des *formes de transition* entre les espèces perdues et les espèces actuelles : *or,* ajoute-t-on, *les paléontologistes n'ont pas encore pu montrer, pour un seul animal ou pour une seule plante, la transformation* ÉVIDENTE *d'une espèce en une autre,* bien que les découvertes récentes soient assez nombreuses *pour qu'on ne puisse plus invoquer, comme autrefois, l'imperfection du document géologique.* »

Cette objection peut paraître spécieuse, mais à ceux-là seulement qui n'ont qu'une connaissance très superficielle des différentes branches de la science moderne. — En réalité, cette objection est basée, à la fois, sur une inexactitude et sur une double pétition de principe.

Une *inexactitude,* quand on avance que les paléontologistes n'ont pas encore montré le passage d'une espèce à une autre.

Une *pétition de principe,* quand on affirme que le document géologique est suffisant pour qu'on puisse se faire une idée exacte et complète de la succession des faunes et des flores à travers tous les âges du globe.

Enfin, si l'on examine la question d'une façon vraiment philosophique, on reconnaîtra que c'est une autre *pétition de principe* que de vouloir exiger une démonstration *évidente, tangible, matérielle* en un mot, de la transformation d'une espèce en une autre.

Nous allons répondre à cette objection en l'examinant successivement sous ces trois chefs principaux, et nous montrerons que :

1° L'insuffisance du document paléontologique est réelle ;

2° Les paléontologistes ont fait connaître de nombreuses formes intermédiaires entre les espèces perdues et les espèces actuelles;

3° La preuve rigoureuse ou matérielle de la transformation d'une espèce en une autre n'est pas nécessaire pour que l'hypothèse transformiste soit admise comme la seule vraiment scientifique ; — ce qui nous amènera à parler d'une nouvelle théorie qui s'est produite récemment à ce sujet, et qui n'est, en réalité, qu'un corollaire de la doctrine générale de l'évolution.

I.

INSUFFISANCE DU DOCUMENT PALÉONTOLOGIQUE.

Cette insuffisance est généralement considérée comme une sorte de *lieu commun,* trop facilement mis en avant par les transformistes pour s'éviter la peine de montrer les formes de transition qu'ils sont censés ne pas connaître. — Si l'on veut bien, cependant, examiner les choses d'un peu près, il est facile de se convaincre que cette insuffisance est réelle.

Il faut d'abord faire remarquer que l'on a trop souvent confondu, à ce sujet, le *document géologique* avec le *document paléontologique.* — Que certains géologues affirment que leur connaissance de la stratification des terrains est suffisante pour qu'on se fasse une idée exacte et complète de l'histoire de la terre, c'est affaire à eux de le prouver. Nous les voyons cependant introduire chaque année de *nouveaux étages* qui viennent s'intercaler dans la série des couches précédemment connues, et comme chacun de ces étages représente une époque distincte de l'histoire du globe, il faut bien admettre qu'il y existe encore quelques lacunes. En

tout cas, ces étages sont loin d'être tous également riches en fossiles : suivant les localités, il en est beaucoup qui ne nous apprennent presque rien sur les faunes et les flores de leur époque ; en un mot, *le document paléontologique est plus incomplet encore que le document géologique.*

Un exemple fera mieux voir la vérité de ce que j'avance. Si l'on considère la période tertiaire et la classe des mammifères, qui nous intéresse à plus d'un titre et qui y joue un si grand rôle, on sera frappé du peu que nous savons sur l'évolution de cette classe pendant cette période. Pourtant les terrains tertiaires sont relativement bien connus, comme étant des plus récents, et ils ont été fouillés avec le plus grand soin.

Si l'on représente sur une carte du globe l'étendue des terrains tertiaires actuellement connus, on voit que ces terrains forment une très faible portion de la surface de la terre : je doute qu'en les mettant bout à bout, leur superficie égale celle d'un continent de moyenne grandeur, comme l'Afrique par exemple. Mais si l'on note, sur la même carte, les gisements de mammifères tertiaires et quaternaires qui ont fourni des ossements en assez grande abondance pour qu'on puisse se faire une *idée approximative de la faune d'une région donnée* à ses différentes époques géologiques, on sera forcé de convenir que notre soi-disant richesse paléontologique est une véritable pauvreté.

Il n'est pas sans intérêt d'énumérer ici les principaux de ces gisements : la liste que j'en donne n'est pas complète, mais il s'en faut de bien peu qu'elle ne le soit.

La France est relativement très riche sous ce rapport, plus riche à elle seule que le reste de l'Europe : cela tient à sa position géographique, au morcellement de ses couches géologiques et au grand nombre de fouilles dont elle a été l'objet. Tout le monde connaît le gypse de Montmartre, la colline de Sansan, le mont Lébéron, les sables de l'Orléanais, de l'Auvergne et du Bourbonnais, de Montpellier et de Bordeaux, les lignites du Soissonnais, les phosphorites du Quercy, etc. — En Angleterre, on peut signaler les couches de l'île de Wight et de Hordwell (dans le Hampshire), l'argile de Londres et le crag de Norfolk. — En Belgique, les sables d'Anvers qui nous ont conservé les ossements des phoques et des cétacés de la faune marine de cette époque, si bien décrits par M. Van Beneden. — En Suisse, les dépôts sidérolithiques de Mauremont et d'Egerkingen, et les gisements miocènes d'Œningen et de la Chaux-de-Fonds. — En Allemagne, le célèbre dépôt d'Eppelsheim ; Baltavar en Hongrie ; — le mont Bamboli, Cadibona et le val d'Arno en Italie ; — Concud en Espagne ; — enfin le magnifique gisement de Pikermi en Grèce, — voilà pour l'Europe.

L'Amérique du Nord lui dispute aujourd'hui le premier rang pour l'importance et la richesse relative de ses ossuaires fossiles, explorés seulement depuis dix ou douze ans. C'est au pied de l'énorme massif des montagnes Rocheuses, dans les territoires de l'ouest des États-Unis : Nebraska, Dakota, Montana, Wyoming, Colorado, New-Mexico, etc., que MM. Hayden, Leidy, Cope et Marsh ont découvert les débris de ces gigantesques Ongulés (*Uintatherium, Symborodon, Brontotherium, Loxolophodon,* etc.), qui représentaient, dans les premières faunes tertiaires de ce pays, les éléphants et les rhinocéros des époques suivantes et de l'époque actuelle.

Mais si l'on passe aux autres parties du monde, les gisements fossilifères deviennent immédiatement beaucoup plus rares. On ne connaît, dans l'Amérique du Sud, que la faune pliocène et quaternaire des cavernes du Brésil et des sables des Pampas, remarquable par ses Édentés de taille gigantesque. — La même pénurie se retrouve en Asie, malgré l'énorme étendue de ce continent dont la géologie n'est encore connue que pour un très petit nombre de localités. Le gisement des monts Sivaliks, rendu célèbre par les beaux travaux de Falconer et de Cautley, est encore exploré en ce moment par M. Lydekker qui en a retiré de nouvelles formes de grands ruminants à caractères de transition qui viennent prendre place près du *Sivatherium :* tels sont les genres *Bramatherium, Hydaspitherium, Bucapra,* etc. Sur le vaste territoire chinois, on ne connaît qu'un seul petit gisement de mammifères fossiles. On peut cependant prédire que c'est la région qui réserve le plus de surprises aux paléontologistes, — comme elle en a fourni récemment aux zoologistes, — pour l'époque où il sera possible de l'explorer scientifiquement au point de vue géologique.

Les terrains tertiaires de l'Afrique nous sont encore moins connus, à part quelques gisements récents et très pauvres, en Algérie et en Égypte. Il en est de même de Madagascar, malgré l'intérêt puissant qui s'attache à cette région en raison du caractère si tranché de sa faune actuelle. L'Afrique australe a possédé une faune de reptiles *secondaires* extrêmement curieuse, mais nous ne savons rien de son âge tertiaire.

L'Australie enfin nous montre une faune pliocène et quaternaire peu différente de celle qui existe encore aujourd'hui, mais les formes antérieures nous sont totalement inconnues.

Comme on le voit par cette revue rapide, les paléontologistes n'exagèrent rien en disant que les documents sont insuffisants pour qu'on puisse se faire une idée complète de l'évolution de la classe des mammifères pendant la période tertiaire.

On peut comparer le peu que nous savons de ces faunes disparues à l'idée qu'Aristote ou Pline se faisaient, il y a quelque 2000 ans, de la faune actuelle du globe : et il n'y a pas lieu de s'en étonner.

En effet, si l'on tient compte des circonstances tout exceptionnelles qui sont nécessaires pour constituer un gisement riche en ossements fossiles, — et néanmoins toujours incomplet relativement à la faune qu'il représente, — on conviendra que cet ensemble de circonstances ne peut se présenter qu'à de rares intervalles.

On peut rendre, du reste, le fait plus sensible encore, au moyen d'un exemple emprunté à la zoologie. Que l'on suppose la faune actuelle du globe connue seulement par l'exploration des régions où l'on a relevé les terrains tertiaires, et l'on verra le peu que nous connaîtrions de cette faune.

Ainsi nous ne saurions rien de la faune africaine : toutes ces formes si curieuses et spéciales à ce continent : la Girafe, les Hippopotames, les Damans (*Hyrax*), les Zèbres, les grandes Antilopes, un grand nombre de Singes, le Gorille lui-même, le plus grand d'entre eux, nous seraient totalement inconnus. Par suite on serait fort en peine pour reconstituer certains types trouvés à l'état fossile, comme l'Hippopotame si commun dans le sol de la France, ou les Girafes de Pikermi et des monts Sivaliks.

De même, en Asie, nous ne connaîtrions ni l'Orang, ni les Gibbons, ni les Chevrotins (*Tragulus*), ni le Tapir malais, etc.

Bien plus, ce n'est pour ainsi dire que d'hier que cette faune actuelle nous est *à peu près* complètement connue. Et ce ne sont pas seulement des animaux d'une taille infime, dont les explorations récentes sont venues enrichir la science, ce sont des animaux de la plus grande taille : ainsi le Gorille, découvert en 1848; l'*Elaphurus*, ce cerf si singulier, et l'*Ailuropus*, cet ours, qui, par ses caractères de transition, est à peine un ours, trouvés au centre de l'Asie, avec une foule d'autres mammifères nouveaux, par l'abbé A. David, vers 1868.

Alors que la surface du globe, plus facilement accessible aux regards de l'explorateur, nous réserve ainsi de telles surprises, faut-il s'étonner que l'intérieur de la terre nous soit encore si mal connu? — Qu'on se rappelle au prix de quelles difficultés les paléontologistes vont déterrer dans le sol les ossements épars et à demi pulvérisés de ces cimetières de rencontre qui sont leur seul champ d'étude, — et l'on conviendra qu'ils ont le droit de dire que *le document paléontologique est encore très incomplet.*

II.

LES FORMES INTERMÉDIAIRES.

Les personnes étrangères à la science peuvent seules répéter aujourd'hui que les découvertes paléontologiques *n'ont pas fait connaître une seule forme intermédiaire.* Il suffit de citer l'ordre des Pachydermes de Cuvier, si incomplet dans la nature actuelle, et qui nous montre des lacunes considérables entre les Hippopotames et les Cochons (*Sus*), entre les Rhinocéros et les Tapirs, et entre ceux-ci et les Chevaux. Non seulement la paléontologie nous a fait connaître les formes qui viennent combler ces vides, mais encore ces formes de transition sont devenues si nombreuses qu'on est forcé de les ranger sur plusieurs lignes parallèles ou divergentes, indiquant une parenté directe ou collatérale.

La filiation du Cheval (*Equus*) peut être considérée comme démontrée par les beaux travaux de MM. Huxley, Rutimeyer, Kowalewski, Marsh et d'autres encore. On peut la faire remonter, par l'intermédiaire des *Hipparions* pliocènes et de plusieurs autres formes voisines, non seulement jusqu'à l'*Anchitherium* miocène, mais encore jusqu'aux *Pachynolophus, Paloplotherium, Hyracotherium* (*Orohippus*, Marsh), de l'époque éocène.

M. Gaudry (1) a montré le passage des *Lophiodons* aux *Tapirs*, celui des *Palæotherium* et genres voisins aux *Rhinocéros*, celui des *Mastodontes* aux *Éléphants* actuels, enfin celui des Pachydermes à doigts pairs, tels que les *Anoplotherium* et *Xiphodon*, aux Ruminants modernes.

M. Kowalewski a étudié au même point de vue les genres *Hyopotamus, Anthracotherium, Entelodon,* c'est-à-dire la nombreuse série des Ongulés fossiles qui viennent se ranger entre les *Hippopotames* et les Cochons (*Sus*).

M. Cope (2) a dressé la généalogie du *Chameau* et montré que ce type s'est développé d'abord dans l'Amérique du Nord, et que de là il s'est propagé à l'ouest vers l'Asie, au sud vers le Pérou et le Chili où il est représenté de nos jours par les Lamas (*Auchenia*).

On pourrait citer un grand nombre d'autres exemples empruntés à des groupes plus ou moins restreints. — Mais il ne faudrait pas croire que ce soient toujours les seuls fossiles qui nous fournissent des formes intermédiaires. Certains membres de la faune actuelle récemment découverts ou mieux étudiés, surtout dans leurs caractères anatomiques, fournissent des passages du même genre. Ce sont, pour la plupart, des survivants attardés des anciennes faunes, et leur organisation interne, plus lente à se modifier, a gardé le cachet de leur origine, dissimulé sous une apparence extérieure en harmonie avec l'ordre de choses actuel. Tel est l'*Ailuropus* du Thibet, dont je parlais tout à l'heure, et qui, *sous la peau d'un ours,* cache des caractères qui le rapprochent des Pandas (*Ailurus*) et des Ratons (*Procyon*); — de même l'*Hydropotes* de la Chine, ce cerf sans cornes qui semble un Chevrotin de grande taille, rattache, par l'intermédiaire du Porte-Musc (*Moschus moschiferus*), le petit groupe des Chevrotins (*Tragulus*), à la grande famille des Cerfs; — le Chamois des montagnes Rocheuses (*Antilocapra americana*), qui porte des cornes fourchues, fait le passage des Antilopes aux Cerfs, comme le Muntjac (*Cervulus*) à bois pédonculé fait le passage des Cerfs aux Antilopes. Or on connaît des Ruminants fossiles dont les cornes ont une conformation telle, qu'il est difficile de dire si ce sont des Cerfs à bois persistant comme les Muntjacs, ou des Antilopes à cornes fourchues comme les *Antilocapra;* et comme des animaux de ce genre (*Procervulus, Dicrocervus,* etc.) ont existé sur les deux continents, il est permis d'y voir la souche commune des *Antilocapra* et des *Muntjacs.* Dans tous les cas, il semble que la distinction, si nette aujourd'hui, entre les Ruminants à cornes persistantes et les Ruminants à bois caducs, était inconnue à l'époque tertiaire.

Citons encore un autre exemple de la survivance des formes de transition dans certaines régions zoologiques. Pour les naturalistes du commencement de ce siècle, l'ordre des Insectivores présentait de grandes lacunes. Rien de plus dissemblable au premier abord que la Taupe (*Talpa*) et la Musa-

(1) *Les Enchaînements du monde animal,* 1878; — voyez aussi la *Revue scientifique,* 1866, t. III, p. 74.

(2) *A Review of the Modern Doctrine of Evolution,* dans l'*American Naturalist,* mars et avril 1880, p. 173.

raigne (*Sorex*). Eh bien, le plateau central de l'Asie nous a conservé jusqu'à ce jour les formes variées qui relient parfaitement ces deux types entre eux : l'infatigable explorateur, l'abbé A. David, les a trouvées vivant côte à côte dans cette région, qui comprend les montagnes du Thibet, du Moupin et du Setchuan, et M. A. Milne-Edwards les a récemment décrites (1).

Si l'on dispose suivant une seule série, et dans l'ordre que j'indique ici, les genres *Talpa, Scaptochirus, Scaptonyx, Urotrichus, Uropsilus, Anourosorex, Nectogale, Sorex* et *Crocidura*, on passe par des transitions insensibles du type Taupe, le plus franchement fouisseur, au type Musaraigne le plus manifestement terrestre et marcheur, de telle sorte que l'on serait porté à réunir en une seule les deux familles des *Talpidæ* et des *Soricidæ*. L'*Uropsilus* et l'*Urotrichus*, bien que présentant les caractères internes des *Talpidæ*, sont presque des musaraignes, et d'autre part, l'*Anourosorex*, qui est incontestablement une véritable musaraigne, a conservé dans son ostéologie des particularités excessivement remarquables, qui sont une preuve irréfutable de sa parenté plus ou moins éloignée avec les Taupes : il en a conservé les mœurs souterraines, mais non les membres disproportionnés (2).

Ce groupe si intéressant d'Insectivores n'est resté complet que sur le plateau central de l'Asie : partout ailleurs il n'a que des représentants isolés, sans lien évident de parenté. Il semble donc que cet ordre, qui d'après M. E.-D. Cope, a été la première ébauche des Carnassiers modernes, a dû avoir son entier développement en Asie, ou tout au moins que le le massif des monts Himalaya a servi de refuge à ceux de ces représentants qui ont survécu jusqu'à nous.

Un des créateurs de la géographie zoologique en France, M. le D[r] Pucheran, a été le premier à faire remarquer l'intérêt que présente l'exploration des montagnes aussi bien pour le zoologiste que pour le paléontologiste (3). La chaîne des Pyrénées qui nous a révélé, il y a peu d'années, l'existence dans notre pays du Desman (*Mygale*), — cette *taupe aquatique*, — possède à ses pieds les plus riches gisements fossilifères de l'Europe : Sansan, les Phosphorites du Quercy et d'autres encore. Les magnifiques découvertes faites au pied des montagnes Rocheuses, en Amérique, sont venues plus récemment confirmer, d'une façon éclatante, la justesse de cette manière de voir. Le fait, en lui-même, trouve son explication naturelle dans la position géographique et statigraphique de ces régions : les pentes des montagnes ont dû servir de refuge aux animaux qui vivaient à leur pied, lors des grandes inondations qui se sont produites à plusieurs reprises pendant la période tertiaire : ceux de ces animaux qui n'ont pu se sauver par ce moyen ont été ensevelis par les eaux et leurs débris se sont amassés au pied de ces montagnes. — C'est pourquoi je m'attends à ce que le massif central de l'Asie, qui nous a conservé une faune vivante, si curieuse et si spéciale, nous découvre un jour des gisements fossiles non moins riches et non moins intéressants. On ne connaît encore que le versant méridional qui a fourni les couches des monts Sivaliks : par conséquent, c'est au nord et à l'est, sur le versant de la Chine et de la Mongolie, que l'on devra pousser de nouvelles recherches, qui nous montreront sans doute les descendants plus ou moins directs de la faune éocène des territoires à l'ouest des montagnes Rocheuses.

Parmi les objections secondaires faites aux filiations ou listes phylogénétiques dressées jusqu'ici, et dont nous avons donné quelques exemples, il en est une qui mérite de nous arrêter ici. Dans la généalogie du Cheval (*Equus*), par exemple, supposé descendre de l'*Hipparion* pliocène, comment expliquer la contemporanéité, dans une même faune, d'une espèce d'*Hipparion* et d'un véritable *Equus*? — Il est facile de se rendre compte de cette apparente contradiction. Le type du Cheval, ou des *Equidæ*, a joué un grand rôle dans les faunes 3[e] et 4[e] sur les deux continents; il y a été très varié en genre et en espèces. Rien qu'en Amérique, on a décrit plus de 30 espèces de chevaux fossiles, et l'ancien monde est presque aussi riche. Il y a donc eu à certaines époques un grand nombres de formes *parallèles, divergentes* ou *collatérales*, qui ont peuplé successivement les différentes régions zoologiques, et qui, par suite de circonstances locales, ont pu se trouver, les unes *en avance*, les autres *en retard*, sur la marche normale de l'évolution des Équidés. C'est ainsi que l'*Hipparion* pliocène est un retardataire de l'époque miocène, et qu'à ce titre il a pu coexister avec certaines formes plus précoces du genre *Equus*, bien que le développement complet de ce dernier genre ne se soit opéré qu'à l'époque quaternaire (1). — Dans la faune actuelle, les *Zèbres* africains semblent en retard sur les *Anes* asiatiques, au moins par leurs caractères extérieurs : ils ont conservé une *robe rayée* dont on ne trouve que des vestiges dans la *croix dorsale* de l'Onagre et de l'Hémione, et qui manque totalement chez le Cheval.

Le fait est encore plus saillant chez l'*Hyæmoschus* ou Che-

(1) *Recherches sur les Mammifères*, 1869-1874.

(2) J'ai trouvé à la patte de devant de l'*Anourosorex* un os supplémentaire qui n'est autre chose qu'un rudiment de l'*os falciforme*, destiné à élargir la main de la taupe, et que l'on peut considérer comme un sixième doigt, dont le métacarpien seul est développé; le même os, mais plus petit, se retrouve aux pieds de derrière de la taupe, et il existe également chez l'*Anourosorex*. L'*Urotrichus* (et je pense aussi l'*Uropsilus*, que je n'ai pu étudier sous ce rapport) présente la même conformation du carpe et du tarse, ce qui permet de supposer que l'ancêtre commun, probablement *fouisseur*, de ces trois genres (*Talpa, Urotrichus, Anourosorex*), avait *un sixième métacarpien, ou os falciforme, bien développé aux quatre extrémités*. On pourrait figurer, comme il suit, la phylogénie des deux familles (*Talpidæ, Soricidæ*) :

?

Talpa, — *Scaptonyx*, — *Urotrichus* / \ *Anourosorex*, — *Blarina*, — *Crocidura*, etc.
Condylura, — *Scalops*, — *Mygale*, etc. *Nectogale*, — *Crossopus*, — *Sorex*, etc.

Talpidæ. *Soricidæ*.

(3) Sur les indications que peut fournir la géologie pour l'explication des différences que présentent les faunes actuelles, voy. Lettres à M. le professeur d'Archiac, par M. Pucheran. (*Revue et Magasin de zoologie*, 1865, tirage à part, p. 134.)

(1) C'est ainsi que, dans notre société moderne, les branches collatérales de certaines familles se trouvent en avance les unes sur les autres, et que l'on voit *des neveux plus âgés que leur oncle*, etc.

vrotin d'Afrique, ruminant à membres de cochon, et le seul de sa famille qui ait gardé jusqu'à l'époque actuelle un caractère propre aux herbivores tertiaires. Une espèce de ce même genre a existé, en effet, en France, à l'époque tertiaire. Les genres *Hyœmoschus* et *Tragulus* sont deux branches collatérales d'un même tronc, mais tandis que les Chevrotins asiatiques suivaient la loi de l'évolution des ruminants modernes, le survivant africain du genre *Hyœmoschus* est resté ce qu'étaient ses ancêtres tertiaires, sans doute parce que le milieu ambiant n'a que peu ou pas changé. C'est ainsi que la faune africaine a conservé dans son ensemble un facies miocène, de même que la faune australienne avec ses Didelphes et ses Monotrèmes est restée en grande partie éocène ou même secondaire. Il y a donc eu, sous l'influence des causes géologiques locales, des cas de *retardement* ou d'*accélération* dans la marche de l'évolution, de sorte que certaines faunes sont restées composées des mêmes types zoologiques, qui les caractérisent encore à l'époque actuelle, et beaucoup mieux, sans doute, qu'elles ne pouvaient le faire aux époques géologiques antérieures.

III.

LA PREUVE RIGOUREUSE DE LA TRANSFORMATION D'UNE ESPÈCE EN UNE AUTRE N'EST PAS NÉCESSAIRE A LA DOCTRINE DE L'ÉVOLUTION.

Demander ici la preuve rigoureuse de la descendance, c'est raisonner à la façon de quelqu'un qui exigerait, en zoologie, l'*acte de naissance* ou la *généalogie* complète de deux animaux qui se ressemblent parfaitement, mais dont on ignore la provenance avant d'admettre qu'ils sont de même espèce. La preuve *directe* ne peut pas plus être faite dans un cas que dans l'autre : il n'y a donc pas de certitude *absolue,* mais il y a *certitude scientifique,* comme dans les exemples de filiation que j'ai cités plus haut, et cette preuve doit suffire à quiconque examine les faits sans parti pris.

Il semble peu probable en effet que l'on arrive jamais à trouver des formes de transition plus *évidentes* que celles que nous connaissons déjà. Malgré l'imperfection reconnue du document paléontologique, on peut considérer la généalogie du Cheval ou de l'Éléphant, par exemple, comme basée sur des faits assez précis pour qu'elle ne puisse être que *peu ou pas modifiée* par les découvertes futures. Ce que nous savons de la marche ordinaire des phénomènes biologiques nous permet même d'affirmer que les *formes absolues de transitions,* telles que les adversaires de la doctrine les réclament, n'ont jamais existé sous l'apparence *concrète* que leur imagination se plaît à leur donner, car *de tels types de transition sont des monstres,* qui ne peuvent avoir qu'une existence précaire. Tout nous indique, au contraire, que les transformations dues à l'influence changeante du milieu ambiant *se sont faites plus ou moins rapidement,* dans la plupart des cas, et même *ont pu avoir leurs principales phases pendant la vie embryonnaire,* ainsi qu'on en voit encore des exemples dans la nature actuelle.

Bien que cette théorie, corollaire nécessaire et légitime de la doctrine de l'évolution, soit virtuellement contenue dans les œuvres d'un grand nombre de naturalistes modernes, elle a été formulée d'une façon plus précise par quelques-uns d'entre eux.

Dans un discours récent prononcé à la séance publique de la classe des sciences de l'Académie de Bruxelles, le 16 décembre 1879, M. de Sélys-Longchamps s'exprime ainsi (1) :

« ..... Feu M. d'Omalius d'Halloy, pénétré du principe que la nature procède toujours par les moyens les plus simples, a constamment professé depuis 1830 l'idée du transformisme successif des formes déjà existantes sous l'influence des milieux et en harmonie avec eux.

« Si cette opinion qui gagne beaucoup de terrain est fondée, qu'il nous soit permis de dire sous quelles réserves nous pourrions l'adopter :

« 1° En ne perdant jamais de vue que bien des groupes ont dû s'éteindre complètement sans laisser de descendance modifiée ;

« 2° En remarquant que l'étude des animaux fossiles nous paraît manifester, dans les genres et les espèces de chaque horizon géologique où chacun vivait, une régularité et une fixité relatives étendues à leurs nombreux individus, équivalentes à celles que nous constatons dans la nature actuelle, et qui ont porté Linné et son école à admettre la permanence des espèces ;

« 3° Ne trouvant pas dans les formes fossiles la trace des irrégularités et de ces oscillations qui devraient se montrer, si les transformations avaient été individuelles, partielles, et opérées insensiblement, nous arrivons à formuler une conjecture qui paraîtra probablement singulière, peut-être même excentrique, mais qui, à nos yeux, semble concilier les difficultés qui paraissent s'opposer, à des points de vue différents, à l'adoption de l'un ou de l'autre des deux systèmes radicaux en présence. Cette idée, la voici :

« Lorsque les formes organiques sont modifiées au point de se différencier en ce que nous appelons groupes ou genres nouveaux..., et notamment lorsque l'organisation a été transformée en vue d'une adaptation spéciale (quelle qu'en ait été la cause efficiente), elle a dû, selon nous, s'opérer à un moment donné d'une façon en quelque manière immédiate, par un processus régulier, appliqué à tout un ensemble d'individus, et non par tâtonnement et pour ainsi dire à l'aventure.

« Il y aurait eu dans la vie de beaucoup d'animaux et de plantes des époques marquées par une transformation importante et comparable, jusqu'à un certain point, aux métamorphoses inhérentes, dans la nature actuelle, à chaque individu de beaucoup d'insectes et d'animaux inférieurs, métamorphoses régulières s'il en fût, et qui s'accomplissent de la même manière dans chaque individu de l'espèce, quel qu'en soit le nombre et quelle que soit l'étendue géographique de leur habitation. »

Cette théorie, proposée par un naturaliste de la valeur de

(1) *Sur la classification des oiseaux depuis Linné,* p. 28 et 30.

M. de Sélys-Longchamps, mérite d'attirer toute l'attention des zoologistes, et nous y reviendrons tout à l'heure. Mais nous devons faire remarquer qu'il n'est pas le premier à l'avoir conçue. Un naturaliste américain, M. W.-H. Dall, a publié récemment (1877) une théorie qui diffère peu de celle de M. de Sélys-Longchamps. Je ne crois pas cependant que ce dernier ait eu connaissance du travail antérieur de M. Dall. Cela n'a rien d'étonnant; il y a dans l'évolution d'une science comme la zoologie des époques où les mêmes idées, les mêmes hypothèses doivent se présenter en même temps à l'esprit d'un grand nombre de savants lorsque ceux-ci ont les yeux tournés vers la contemplation des mêmes faits; et cette circonstance est bien de nature à donner plus de poids et de valeur aux hypothèses en question.

Voici comment M. Dall (1) établit les principales règles de ce qu'il appelle une : *Hypothèse provisoire d'évolution par bonds ou intermittente* (*Saltatory Evolution*) :

« 1. Comme exemple de bonds ou de sauts apparents que la nature nous montre, et qui ne sont pourtant que le résultat de changements graduels qui se sont accumulés peu à peu et d'une façon insensible, je citerai le fait suivant emprunté à la physique, et qui est d'une observation vulgaire : tout le monde a remarqué ce qui se passe dans les parties déclives d'une rue en pente et mal balayée, à la suite d'une averse un peu abondante. Il se forme, dans le ruisseau, de petits amas de sable, de brindilles et de menus débris de toute espèce qui s'enchevêtrent et se consolident mutuellement par l'effet de l'humidité, de manière à constituer une sorte de barrage ou de digue qui arrête l'eau pendant un certain temps. Un moment vient cependant où la pression de l'eau et des matériaux accumulés devient trop forte et démolit tout d'un coup ce petit édifice. Mais il va se reformer de la même manière un peu plus loin, et le même fait peut se reproduire un nombre indéfini de fois (2).

« 2. L'idée moderne de l'espèce peut se résumer ainsi : Un plus ou moins grand nombre d'organismes individuels semblables, dans lesquels, *pour un temps*, la majorité des caractères se trouve dans des *conditions d'équilibre plus ou moins stable*, et qui ont le pouvoir de transmettre ces caractères à leur progéniture avec une tendance au maintien de cet équilibre.

« 3. Cette tendance peut suffire, dans un certain nombre de cas, pour résister durant une période considérable aux changements que la modification graduelle des milieux tend à leur imposer. Mais lorsque celle-ci atteint un degré tel que la résistance ne peut se prolonger plus longtemps, on conçoit qu'un changement soudain puisse se faire dans la constitution de l'organisme qui s'adapte rapidement, une fois de plus, au milieu environnant. Toutefois, la tendance à l'équilibre peut encore surmonter, au moins en partie, la tendance au changement, de telle sorte que l'organisme s'arrête quelquefois sur la pente du transformisme, et *se regèle*, pour ainsi dire, en prenant une forme peu différente du type générique primitif.

« 4. Si, dans un assemblage d'individus constituant une espèce, la tendance au maintien de l'équilibre spécifique est (comme cela doit être *a priori*) transmise à plusieurs descendants avec différents degrés d'intensité, une séparation graduelle peut s'effectuer entre ceux qui ont la tendance la plus forte à l'équilibre et ceux qui l'ont le moins. — Alors chez ceux qui s'accommodent à la pression du milieu (de la manière indiquée plus haut § 3), la loi de la sélection naturelle trouve son application la plus large, et après avoir changé leur structure générique, ils peuvent être en état de la perpétuer. — Ceux, au contraire, qui, doués en quelque sorte d'une base plus solide, ont hérité de la tendance à résister aux modifications, peuvent se maintenir dans le *statu quo*, parce que les influences contraires glissent sur eux sans les atteindre et les trouvent indifférents...

« 5. Dans cette hypothèse, les individus intermédiaires seraient les moins capables de persister dans l'une ou l'autre alternative; par suite, ils seraient peu nombreux et rapidement éliminés. Par la même raison nous devons avoir deux séries parallèles d'espèces, existant simultanément, dans deux ou plusieurs genres... C'est ainsi que M. Cope a pu dire (*On the Origin of Genera*) : — « Que la même espèce peut appartenir à deux genres différents », — paradoxe qui trouve son explication naturelle dans notre hypothèse. Mais cette théorie est surtout importante pour l'interprétation des faits qui se rattachent au développement embryologique... »

L'évolution de l'embryon étudiée dans toute la série zoologique est en effet la plus éclatante confirmation que l'on puisse imaginer du transformisme en général et du *transformisme intermittent* en particulier (1).

Tous les naturalistes, à quelque école qu'ils appartiennent, ont reconnu depuis longtemps l'uniformité de type qui préside à ce développement embryonnaire, dans chaque embranchement, dans chaque classe, dans chaque groupe secondaire. Tous ont admis que le développement de l'individu reproduit, dans ses phases principales, les formes successives qui ont apparu les unes après les autres dans les âges géologiques, et qui indiquent un progrès continu dans la série des êtres. Ils ne diffèrent que par l'interprétation à donner à ce rapprochement, ou plutôt ils se divisent en deux camps : d'une part, ceux qui refusent d'en chercher l'explication naturelle et préfèrent ne rien expliquer du tout; — d'autre part, ceux qui n'y voient que la conséquence nécessaire de la doctrine de l'évolution, — et l'on conviendra que cette dernière opinion est de beaucoup la plus logique et la plus scientifique des deux.

M. Dall donne plus haut, comme exemple de phénomène *intermittent* (bien que dû à des causes lentement accumulées),

(1) Voyez *The American Naturalist*, 1877, p. 135 et suiv.

(2) Un exemple encore meilleur d'un phénomène physique produit par une action lente et continue, et qui ne se manifeste cependant que par intervalles, c'est celui qui nous est fourni par les *fontaines intermittentes*.

(1) L'étude de l'embryon dans la série végétale conduit à des conclusions de même ordre (voyez : Braun, *Uber die Bedentung der Entwickelung in der Naturgeschichte*, 1872).

un fait emprunté à la physique ou à la mécanique. On peut citer, dans le développement embryologique des animaux, un grand nombre de faits de même nature, c'est-à-dire qui ne sont soudains ou intermittents qu'en apparence.

La plupart des insectes subissent des métamorphoses qui sont aujourd'hui bien connues, et qui ne nous étonnent plus par leur étrangeté parce que nous y sommes accoutumés. Elles nous montrent cependant un animal qui, *ver* dans son enfance, devient tout d'un coup un *insecte hexapode* en arrivant à l'âge d'adulte, et qui par conséquent *passe, de fait, d'une classe dans une autre*. Il en est, comme les vers luisants (*Lampyris*), dont la femelle conserve toujours sa première forme de ver. Chez ceux où la métamorphose est complète, nous voyons un animal ayant passé un temps très long sous forme de ver ou de *larve* (souvent plusieurs années), se transformer d'abord en *nymphe*, c'est-à-dire *rentrer dans l'œuf*, puis en sortir au bout de quelques jours sous forme d'*insecte* parfait. Cette transformation paraît soudaine au premier abord, mais ce n'est là qu'une apparence trompeuse : en réalité, la grosse larve de trois ans, sur le point de se transformer en nymphe, diffère plus de la petite larve de la première année qu'elle ne diffère de l'insecte parfait qui sortira de cette nymphe. Celle-ci n'est qu'une sorte de *cabinet de toilette* dans lequel l'insecte se retire pour vaquer plus à l'aise et sans préoccupation extérieure aux soins que réclame sa parure de noces ; mais, en réalité, c'est une transformation qui ressemble aux transformations de théâtre, dans lesquelles un artiste apparaît instantanément sous plusieurs costumes qu'il a mis beaucoup de temps à revêtir les uns par-dessus les autres. — Chez d'autres insectes, la nymphe reste *agile*, et l'insecte parfait sort, armé de toutes pièces et pourvu d'ailes, d'une larve qui ne diffère que très peu de la véritable larve, et qui n'est plus pourtant que le *fourreau* de l'animal adulte.

Du petit au grand, de l'articulé au vertébré, de l'animal le plus inférieur à celui qui s'élève le plus dans l'échelle des êtres, nous retrouvons partout les mêmes métamorphoses qui ne diffèrent pour ainsi dire que dans les détails et dans la mise en scène. Les mammifères ont aussi leurs métamorphoses : témoin les *Didelphes*, où le jeune *avorte* comme chez les insectes et naît à l'état de véritable *ver ;* aussi, de même que ceux-ci, a-t-il son état de *nymphe :* ne pouvant rentrer dans l'œuf, dans la matrice dont il est prématurément sorti, il se loge dans le repli marsupial et y reste jusqu'à l'âge où a lieu la naissance chez les mammifères ordinaires. — Par contre, on peut citer des insectes qui sont *vivipares*, c'est-à-dire dont toutes les métamorphoses s'opèrent non seulement dans l'œuf, mais encore dans le corps de la mère, et qui sont, sous ce rapport, comparables aux mammifères monodelphes.

On pourrait beaucoup multiplier ces exemples en les variant à l'infini. Citons encore, parmi les vertébrés à métamorphoses, l'Axolotl du Mexique (*Amblystoma*), qui peut se reproduire sous sa forme de larve ou de têtard à branchies, et que l'on peut considérer comme un poisson en train de se transformer en Amphibien. Le *Lepidosiren* et le *Ceratodus* ont conservé, comme lui, la double respiration à la fois aquatique et aérienne. Par ce caractère mixte ils constituent des formes de transition entre les poissons et les amphibiens, et nous représentent un type d'organisation probablement beaucoup plus commun à l'époque secondaire. — Quant aux métamorphoses des poissons, on en connaît aujourd'hui de nombreux exemples, et M. Agassiz a montré comment certains d'entre eux pouvaient appartenir à un ordre dans leur jeunesse et à un autre ordre à l'âge adulte. — Sur la limite entre les reptiles et les oiseaux, nous trouvons l'*Archæopteryx*, que la découverte récente d'un squelette complet avec son crâne armé de dents a montré être un véritable reptile *Dinosaurien* couvert de plumes ; de même que la plupart de ses congénères, il pouvait marcher tantôt sur deux et tantôt sur quatre pieds à la manière des kangourous, et sans doute il était aussi capable de voler. En fait, l'existence d'un reptile emplumé n'est pas plus surprenante que celle de mammifères couverts d'écailles comme les pangolins (*Manis*) de l'époque actuelle. Par son organisation, l'*Archæopteryx* est un véritable oiseau embryonnaire : on sait que chez l'embryon de beaucoup d'oiseaux (les perroquets, par exemple), on trouve des rudiments de dents implantés dans la mâchoire, et l'on connaît aujourd'hui de véritables oiseaux fossiles (*Hesperornis, Ichthyornis, Apatornis*, Marsh), dont le bec était muni de dents à l'âge adulte.

Si nous revenons à la classe des mammifères, nous trouvons dans l'étude de leur développement, aussi bien à l'époque actuelle que dans la suite des temps géologiques, un grand nombre de faits du même genre ; nous en avons déjà cité quelques exemples. Les ornithorhynches et les échidnés ont conservé quelques points de l'organisation des *Theromorpha*, ces reptiles de l'époque permienne, dans lesquels on peut voir, avec M. Cope (1), la première ébauche des mammifères. Le petit Daman (*Hyrax*) a survécu jusqu'à ce jour, comme pour nous montrer ce qu'a été le premier ancêtre des chevaux modernes, l'*Hyracotherium* (où *Orohippus*) éocène. — L'*Hyæmoschus* présente dans l'organisation de ses membres une particularité qu'on ne trouve plus d'ordinaire que chez le fœtus des ruminants. D'autres mammifères conservent jusques après la naissance des signes de leur origine : la première dentition des rhinocéros nous montre des incisives semblables à celles des *Palæotherium* tertiaires, et qui tombent avec l'âge de : même, le jeune éléphant a les dents de certains mastodontes.

Nous avons vu que certains animaux présentent même à l'âge adulte, dans leur organisation intime, des indices certains de leur origine et de leur parenté. Tels sont l'*Ailuropus*, l'*Anourosorex*, l'*Urotrichus*, l'*Hydropotes* et le *Moschus* dont nous parlions plus haut. On pourrait désigner ces formes sous le nom de formes *larvées*, par analogie avec les véritables formes *larvaires*, telles que l'*Hyæmoschus*, et d'une façon générale, le jeune ou l'embryon de la plupart des mammifères.

Ainsi le passage d'une espèce ou d'un genre à un autre ne

(1) *Loc. cit. Amer. Nat.*, p. 265.

semble brusque que parce que l'on compare deux animaux parvenus à l'âge adulte : on sait combien il est difficile de distinguer les jeunes des espèces d'un même genre. Chez l'embryon, la ressemblance est encore plus grande.

Enfin, nous l'avons déjà dit, il est certains passages qui sont de véritables monstruosités et ne peuvent exister qu'à ce titre. On peut concevoir le *cheval à deux sabots* comme un passage de l'*Hipparion* tétradactyle au solipède moderne, mais ce passage n'a jamais existé dans les temps géologiques; l'*Hipparion* s'est débarrassé en même temps et d'un seul coup de ses deux sabots latéraux, et logiquement il devait en être ainsi. Mais le cheval didactyle est une curiosité que l'on peut contempler de nos jours, à titre de phénomène tératologique, et qui se montre à de longs intervalles comme un exemple incomplet d'*atavisme* ou de retour vers le type primitif. Tel est le cheval de Cuba que l'on montrait récemment dans les foires d'Amérique sous le nom de *cheval à huit pieds*, et dont M. Marsch nous a donné l'histoire et le portrait exact (*American Journal of science and arts*, XVII, 1879, p. 497).

C'est ainsi que les diverses branches de la science, l'anatomie, l'embryologie, la tératologie, la paléontologie et la géographie zoologique, sont appelées à se donner un mutuel appui pour arriver à la solution des grandes et difficiles questions qui préoccupent à juste titre l'esprit humain. L'*évolution intermittente* n'est sans doute qu'un des points de vue auxquels on peut se placer pour étudier la question si complexe du transformisme. Mais il nous a paru intéressant de montrer que les formes animales avaient dû avoir, elles aussi, leurs *phases critiques*, époques de changement rapide dans l'évolution de leur organisme. Selon toute apparence, et par suite d'un rapport de cause à effet, ces époques ont coïncidé avec les *époques critiques* que les géologues admettent aujourd'hui dans l'histoire de la terre, substituant ainsi une hypothèse scientifique à la vieille doctrine des catastrophes bibliques.

Dr E.-L. Trouessart.

AGRICULTURE

Section d'agronomie.

En 1879, à Montpellier, la section d'agronomie s'était nettement placée au premier rang; la crise redoutable que traverse l'agriculture méridionale, la transformation qu'elle subit, les discussions ardentes que soulèvent les diverses méthodes de traitement des vignes, la présence dans la section d'agronomes habiles, de savants distingués appartenant à la Faculté des sciences, à l'École de médecine, à l'École d'agriculture, tout se réunissait pour donner aux séances de la section un éclat qu'elles ne pouvaient retrouver à Reims.

L'agriculture champenoise n'est à la veille d'aucune grande transformation, les vignes qui n'ont pas encore été envahies par le phylloxera continuent à assurer la prospérité de la contrée, l'agriculture locale ne pouvait donc fournir le sujet de bien vives discussions; cependant les nombreuses séances ont été bien remplies. Aux agronomes de la Marne sont venus se joindre quelques-uns des savants fidèles aux congrès, qu'on est sûr de rencontrer chaque année apportant les travaux terminés depuis la dernière session.

C'est ainsi que dès le premier jour nous voyons assidus aux séances MM. Corenwinder, Ladureau, Renouard fils et Leille; M. Barral, l'infatigable secrétaire perpétuel de la Société centrale d'agriculture; M. Risler, directeur de l'Institut agronomique, président de la section; M. P.-P. Dehérain, du Muséum d'histoire naturelle; M. Resch, qui cultive en Camargue; M. Boiteau, M. Baillou, M. Hambeu de la Gironde et de la Charente, etc., etc. En revanche, plusieurs personnes qui avaient annoncé des communications ne se sont pas rendues au congrès.

Emploi des engrais. — M. *Michel Perret*, qui cultive dans l'Isère, frappé des inconvénients que peuvent avoir les engrais chimiques employés seuls, s'est proposé de régler leur application; il y a quelques années, il répandit sur une prairie une forte dose d'azotate de soude; le foin obtenu était magnifique, mais les animaux qui le consommèrent éprouvèrent tous les désordres qui suivent l'ingestion d'une quantité un peu forte de nitrates : soif ardente, urines abondantes, etc.; il fallut cesser l'emploi de ce fourrage; M. Perret fut très frappé de cette absorption exagérée de nitrates par les plantes qui avaient reçu la fumure et résolut de ne plus employer les engrais chimiques à l'état naturel, mais de les introduire dans des composts formés à l'aide de tous les débris végétaux, de tous les résidus carbonés qu'il pouvait se procurer; il paraît satisfait de cette méthode qui lui fournit une moyenne de 20 hectolitres de blé et de 40 hectolitres de maïs à l'hectare.

M. Perret est au reste partisan des idées de Liebig au sujet de la restitution absolue au sol de toutes les matières prélevées par les récoltes; aussi fait-il entrer dans ses composts non seulement des engrais azotés, mais encore des sels de potasse et de chaux et des phosphates.

Cette communication provoque une discussion intéressante.

M. Dehérain s'élève contre la doctrine de la restitution absolue : elle lui paraît très dangereuse en ce sens qu'elle fait perdre de vue l'idée nette qu'on doit avoir de l'engrais: répétant la définition qu'il a donnée, il y a déjà bien des années, M. Dehérain rappelle que, pour lui, l'*engrais est la matière utile à la plante, qui manque au sol;* on voit que, d'après cette définition, on ne doit donner au sol que les matières qui font défaut. C'est ainsi que dans un très grand nombre de terres cultivées les sels de chaux et de potasse n'exercent aucun effet utile, tout simplement parce que le sol en contient une quantité suffisante et qu'il est par suite tout à fait inutile d'en ajouter de nouvelles quantités. M. Risler appuie cette manière de voir; il croit, avec M. Dehérain, qu'il serait fâcheux de laisser cette doctrine de la restitution de toutes les matières enlevées par les récoltes passer à l'état de dogme indiscutable; il est évident que dans les conditions actuelles de la culture la seule pratique raisonnable est d'acquérir et d'employer seulement les matières qui exercent une action favorable sur la végétation.

M. *P.-P. Dehérain* communique ses recherches sur l'état de l'acide phosphorique dans la terre arable. Il rapporte qu'au champ d'expériences de l'École de Grignon, les phosphates n'exercent aucune action favorable; il en est de même dans tous les environs de l'École, tous les fermiers qui ont es-

sayé l'emploi des superphosphates ont fini par y renoncer; ils n'augmentent pas les récoltes.

A quelle cause attribuer ce résultat négatif? Des dosages d'acide phosphorique exécutés sur les terres du champ d'expériences ont montré que la proportion d'acide qui y était contenu n'avait rien d'exagéré, et que, par suite, ce n'était pas à l'abondance excessive de l'acide phosphorique dans le sol qu'on pouvait attribuer son peu d'action.

Il fallait donc pousser plus loin les recherches analytiques et chercher pourquoi, sur deux terres renfermant des quantités égales d'acide phosphorique, les phosphates ajoutés donnent des bénéfices ou n'en donnent pas; ces différences ne pouvaient être dues qu'à la nature des bases avec lesquelles l'acide phosphorique est combiné.

En 1858, M. le baron P. Thénard a montré, dans un mémoire resté justement célèbre, que dans les terres qu'il cultive en Côte-d'Or, le phosphate de chaux était rapidement métamorphosé en phosphates à base de sesquioxyde (de fer ou d'alumine) et par suite qu'il devenait complètement insoluble dans les acides faibles comme ceux que peut renfermer la terre arable.

Ainsi il existe des terres dans lesquelles l'acide phosphorique contenu naturellement dans le sol ne semble pas pouvoir être utilisé par les végétaux, puisqu'il est engagé dans des combinaisons insolubles; sur ces sols, l'emploi des superphosphates est avantageux. Il était probable que la même réaction ne se produit sur les terres où les superphosphates ne produisent pas d'effet utile? Pour s'en assurer, M. Dehérain a recherché l'acide phosphorique dans les sols du champ d'expériences de Grignon, en les attaquant par l'acide acétique qui dissout bien le phosphate de chaux, mais n'attaque ni le phosphate de fer ni celui d'alumine; il a trouvé, en effet, qu'un quart ou un tiers de l'acide phosphorique total était enlevé par l'acide acétique.

Ainsi le sol du champ d'expériences de Grignon abandonne de l'acide phosphorique à l'acide acétique et sur ce sol les superphosphates ne produisent pas d'effet; le fait est-il général? Pourrait-on affirmer que les sols qui donneront de l'acide phosphorique, quand ils seront attaqués par l'acide acétique, ne bénéficieront pas des superphosphates? Cette question ne peut être résolue que par des expériences de culture contrôlant les analyses exécutées au laboratoire, et M. Dehérain recommande aux directeurs de stations agronomiques de porter leur attention sur ce sujet; il y aurait, en effet, grand avantage à empêcher les cultivateurs de s'engager dans de lourdes dépenses d'acide phosphorique dont l'emploi est souvent inutile aux sols qu'ils cultivent (1).

Emploi des résidus de diverses industries agricoles. — Parmi les substances minérales que l'agriculture cède à l'industrie se trouve en première ligne la potasse; on sait que les betteraves prélèvent sur le sol une quantité notable de cette base qui, étant engagée dans des combinaisons solubles, se retrouve dans les derniers résidus de la fabrication du sucre dans les mélasses qui sont habituellement transformées en alcool. Or, pour déterminer une fermentation régulière du sucre des mélasses et régénérer la levure dans les cuves mêmes où elle exerce son action, on ajoute, d'après les conseils de M. Pesier, une certaine quantité de farine de maïs saccharifié qui fournit à la levure les éléments nécessaires à sa reconstitution, de telle sorte que les fermentations s'engendrent les unes les autres sans qu'on ait besoin de renouveler la levure à chaque opération.

(1) Voyez *Annales agronomiques*, tome V.

Quand la fermentation est terminée, on distille l'alcool formé, on évapore les vinasses, puis on calcine le résidu et on obtient ainsi le salin de betteraves qui vaut d'après la quantité de carbonate de potasse qu'il renferme.

M. *Corenwinder* s'est occupé, avec la collaboration de M. *Contamine*, de régulariser l'analyse de ces salins. Il signale une erreur fréquente dans les analyses de salins ou de potasses brutes; on sait que la méthode généralement suivie pour apprécier la richesse de ces produits consiste à en dissoudre un poids connu dans l'eau et à titrer le liquide alcalin par la liqueur normale d'acide sulfurique; or il arrive souvent, surtout lorsqu'on a ajouté du maïs saccharifié aux cuves de fermentation, que le carbonate de potasse est accompagné de phosphates alcalins tribasiques qui réagissent sur la liqueur acide par le tiers de leur base; on trouve donc nécessairement un nombre trop fort pour le carbonate de potasse qui constitue la seule partie utile de ces matières. Pour démontrer ce fait, M. Corenwinder met en regard deux analyses de la même substance, faites, l'une par la méthode alcalimétrique, l'autre en dosant directement la potasse par la méthode qui consiste à réduire le chloroplatinate de potassium par le formiate de soude : les différences qu'on y constate (3 pour 100 environ) sont assez importantes pour attirer l'attention des chimistes et leur faire substituer au procédé qu'ils suivent ordinairement un mode de dosage plus direct et plus régulier (1).

Les tourteaux de graines oléagineuses sont l'objet d'un commerce important, ils valent d'après leur composition. M. *Thuron*, qui en a analysé un grand nombre d'échantillons, insiste sur les différences de richesse des diverses parties d'un même tourteau, et sur les erreurs qu'on peut commettre si on ne mélange pas avec grand soin l'échantillon à analyser.

MM. *Corenwinder* et *Renouard* appellent l'attention des membres du congrès sur les fraudes extrêmement nombreuses que subissent les tourteaux, et particulièrement celui de lin. Quelquefois ces falsifications se font en fabrique même, lorsqu'on presse un mélange de plusieurs graines différentes, mais le plus souvent elles sont effectuées par le vendeur, qui ajoute aux tourteaux pulvérisés des matières inertes et sans valeur, comme la sciure de bois, la craie en poudre, les drêches de féculerie, du glucose, etc. Faciles à déterminer par des procédés chimiques convenables, ces mélanges sont souvent impossibles à reconnaître à première vue. M. Corenwinder montre à la section deux tourteaux en apparence identiques; l'un est du colza, l'autre provient d'une variété de ricin, extrêmement vénéneuse; il y avait évidemment un réel danger à ce que ces deux tourteaux fussent confondus, ou même mélangés; un moyen très simple permet de les distinguer : si on traite le tourteau de colza par l'eau et qu'on filtre, on obtient un liquide à peine teinté de jaune, et dont la nuance reste indéfiniment la même; l'autre donne dans les circonstances un liquide jaune foncé qui brunit rapidement, surtout si on l'agite au contact de l'air; des mélanges de ces deux tourteaux donnent des liquides de teintes intermédiaires, mais toujours très nettes. MM. Corenwinder et Renouard s'efforcent de caractériser

(1) Ce mode d'analyse des potasses a été publié par M. Corenwinder, dans les *Annales agronomiques*, t. V.

chacune des falsifications qu'ils ont découvertes par des réactions simples et rapides, qui permettent au cultivateur de s'assurer par lui-même de la pureté du produit qui lui a été vendu (1).

M. *Ladureau* signale une industrie qui commence à se développer dans le nord de la France et qui utilise, au profit de l'agriculture, les déchets de laine et surtout les débris d'étoffes, laine et coton qui étaient jusqu'ici considérés comme presque sans valeur. Le procédé consiste à soumettre tous ces résidus dans un autoclave à une température de 300° : sous cette influence, la laine noircit, subit une sorte de fusion et devient, sans perdre son azote, entièrement soluble dans l'eau; la cellulose, au contraire, résiste et demeure inaltérée, en sorte que, par un simple lavage, on obtient la fibre végétale pure, et très propre à la fabrication du papier. Les liquides noirs que l'on a obtenus sont concentrés jusqu'à consistance sirupeuse et livrés à l'agriculture sous le nom d'azotine.

L'azotine se présente sous la forme d'une masse noire, compacte, renfermant encore 30 pour 100 d'eau environ et titrant, lorsqu'elle est pure, 10 pour 100 d'azote organique.

Emploi des eaux d'égout. — C'est encore à M. *Ladureau* qu'on doit d'avoir soulevé une des questions qui, à juste titre, préoccupent davantage les municipalités, à savoir l'épuration et l'utilisation des eaux d'égout.

Sur la demande qui lui en a été faite par les autorités du département du Nord, M. Ladureau a entrepris quelques recherches sur la purification des eaux d'égout des villes de Roubaix et de Tourcoing; ces eaux sont très chargées de matières grasses et de savons provenant du travail des laines; elles ont donc quelque analogie avec celles des eaux d'égout de Reims, qui sont également des eaux contaminées par les usines; on a essayé en vain de les purifier par filtration au travers du sol; les terres compactes du département du Nord se laissent mal traverser par l'eau; de plus, les eaux savonneuses des usines abandonnent à la surface du sol des détritus qui exercent l'action la plus fâcheuse sur la fertilité; les endroits où ces eaux ont été répandues sont devenus absolument stériles. M. Ladureau pense donc que, pour les villes de Tourcoing et de Roubaix, il faut renoncer aux irrigations et essayer l'épuration chimique; il annonce avoir obtenu d'excellents résultats en employant un mélange de chaux et d'argile : la chaux décompose les savons en formant des savons calcaires insolubles; de plus, la présence de l'excès de chaux détermine une coagulation de l'argile qui entraîne les matières en suspension et l'eau peut être envoyée aux rivières sans les salir et provoquer d'énergiques réclamations de la part des riverains, ainsi que cela a lieu aujourd'hui.

Cette communication donne naissance à une discussion animée; à Reims, en effet, les deux systèmes de l'irrigation et de l'épuration chimique sont en présence, et l'administration municipale partage les eaux inégalement entre les entrepreneurs qui se chargent de les appliquer; elle donne 0 fr. 005 par mètre cube aux entrepreneurs qui agissent par l'irrigation et 0 fr. 008 à ceux qui travaillent par voie d'épuration chimique; il semble que l'irrigation ait bien réussi; les terres des environs de Reims sont, en effet, très perméables, elles sont sèches et on conçoit qu'un excès d'humidité puisse être avantageux. Les essais sont poursuivis avec persévérance et il est vraisemblable que dans un temps peu éloigné les eaux d'égout seront entièrement employées aux irrigations et cesseront d'empoisonner la Vesle dont la fétidité, après qu'elle a reçu les eaux d'égout, est proverbiale.

Agriculture. — M. *Vimont* entretient la section des résultats très avantageux obtenus, en Champagne, des prairies Gœtz; quand le sol a été bien préparé par des défoncements énergiques, convenablement amendés avec des engrais chimiques et notamment de l'azotate de soude, on obtient des résultats beaucoup plus avantageux qu'en cultivant des céréales; dans les bonnes annés, les prairies du système Gœtz peuvent donner jusqu'à 14 000 kilog. de fourrage sec à l'hectare, et cela dans les sols les plus mauvais; c'est ce qui a été démontré particulièrement à Fère-Champenoise chez M. Jacquin.

Les plantes dominantes sont le fromental, le dactyle, la houlque laineuse, qui sont les plus abondantes; l'avoine jaunâtre et le brome sont en moindre proportion.

— M. *Boiteau* intéresse vivement la section en décrivant les mœurs du terrible *phylloxera* qui jusqu'à présent a respecté le vignoble champenois; dans le Bordelais, on continue à combattre par la submersion, quand elle est possible, et par le sulfure de carbone; enfin on emploie les vignes américaines qui, convenablement greffées, finiront peut-être par reconstituer les vignobles disparus.

— M. *Charlier* décrit l'opération connue sous le nom de castration des vaches. Après l'une des séances, il opère avec son habileté ordinaire sur un animal offert par un des membres de la section. M. Charlier insiste également sur les avantages que présente la ferrure périplantaire qu'il recommande depuis nombre d'années.

Caractères agricoles de la formation crétacée en Champagne. — M. *Risler,* président de la section et directeur de l'Institut agronomique, intéresse vivement la section en lui montrant l'influence décisive qu'exerce la constitution géologique du sol sur le mode de culture qu'il convient d'y établir.

La région orientale de la Champagne appartient à la partie inférieure de la formation crétacée.

Elle se compose de quatre couches.

Le *grès vert inférieur,* qui contient beaucoup de grains de *glauconie,* silicate à base complexe, protoxyde de fer, potasse, etc.; de là sa couleur verte. Souvent le ciment manque et, au lieu de grès compact, ce sont des couches de sables verts. Le grès lui-même fournit en se décomposant des terrains sablonneux qui sont très fertiles, parce qu'ils renferment tous les éléments nécessaires à un riche développement de végétation et particulièrement une grande quantité de phosphates.

Les rognons de phosphates de chaux s'y trouvent même en couches assez continues et assez épaisses (15 à 25 centimètres) pour être exploitées. Voici comment eut lieu en 1850 la découverte de ces mines de coprolithes ou phosphates fossiles.

Elle fut faite en Angleterre par M. Thomas Payne dans sa propriété de Farnham, comté de Surrey. Depuis longtemps on cultivait du houblon dans cette propriété et on avait l'habitude de lui donner de la poudre d'os comme fumure. Cette poudre d'os produisait toujours et partout un effet considérable sur la production du houblon, excepté sur une bande assez régulière qui coupait par le milieu la colline où se trouvaient les houblonnières. M. Payne voulut se rendre

(1) Le mémoire de MM. Corenwinder et Renouard paraîtra dans le fascicule de décembre des *Annales agronomiques*.

compte de la cause de cette exception. « Puisque la poudre d'os, se dit-il, ne fait rien sur cette bande, il est probable que le sol y renferme déjà suffisamment de phosphates. » Il examina ce sol avec soin et finit par y trouver des nodules d'apparence assez bizarre. Il en fit passer quelques-uns à M. Thomas Way qui était alors chimiste de la Société royale d'agriculture. Way les analysa et constata qu'ils contenaient 45 à 60 0/0 de phosphate de chaux. Les auteurs de cette découverte en parlèrent au célèbre géologue Murchison qui vint sur place examiner le gisement de ces phosphates, reconnut qu'il appartenait au grès vert inférieur et indiqua les autres parties de l'Angleterre où l'on devait le retrouver. En effet, on le trouva, d'après la carte de Murchison, dans d'autres localités et il devint l'objet d'une exploitation importante, particulièrement dans le Cambridgeshire.

Quelque temps après, M. de Molon, guidé par les conseils d'Élie de Beaumont, fit des recherches dans les terrains de même formation que nous avions en France et nous désigna de nombreux gisements qui furent successivement mis en exploitation.

2° Au-dessus du grès vert inférieur, se trouve un dépôt argileux que les Anglais appellent *gault*.

Ces argiles renferment également des rognons de phosphates, mais disséminés. Ils ne se trouvent pas en couches assez abondantes pour être extraits, mais ils contribuent à donner au sol une composition chimique qui le rend très fertile. Son unique défaut, c'est d'être très imperméable. En temps humide, il est impraticable pour les attelages; en temps sec, il se durcit et se fissure. Pour faire du blé, il faut toujours commencer par une année de jachère, jachère que l'on laboure trois fois avec des charrues attelées de six, quelquefois de huit bêtes. Après cet énorme travail, on obtient, dans les années sèches, des récoltes assez abondantes d'un blé de très bonne qualité; mais ce blé coûte trop cher pour pouvoir supporter la concurrence de celui qui nous arrive aujourd'hui d'Amérique. Pourquoi s'obstiner à faire du blé dans ces terres que la nature semble avoir prédestinées à former des prés et des herbages? — Pour y avoir des fourrages d'excellente qualité, il n'y a qu'à y laisser pousser l'herbe, au lieu de chercher à la détruire par des jachères dispendieuses. Autrefois, quand les moyens de transport n'existaient pas ou que des barrières artificielles séparaient les peuples et même les habitants des diverses provinces, on avait raison de chercher à produire partout un peu de tout. Le travail qu'il fallait employer pour obtenir sur place des productions que la nature du sol et du climat ne favorisait pas était cependant encore moins grand que le travail qu'il aurait fallu employer pour transporter ces produits des contrées où il est plus facile de les produire dans celles où leurs consommateurs sont plus nombreux. Aujourd'hui les choses ont changé, il faut que chaque climat et chaque sol soit de plus en plus *spécialisé* en vue des productions auxquelles ils conviennent le mieux. Par les herbages et les animaux qu'ils serviront à nourrir et qu'ils vendront toujours au même prix qu'à présent, probablement plus cher, malgré la concurrence des viandes américaines, les propriétaires des terres argileuses du gault retrouveront aisément les revenus qu'ils obtenaient jadis par la culture du froment.

3° Au-dessus du gault, on trouve la *gaize*, roche remarquable par la grande quantité de silice soluble dans la potasse qu'elle renferme, mais qui, du reste, forme des terres pauvres qui ne conviennent bien qu'aux forêts. Déjà de vastes forêts, entre autres celle de l'Argonne, couvrent les terrains formés par la décomposition de la gaize. C'est leur spécialité. Conservons-la ou donnons-la aux sols de gaize partout où nous les trouverons.

Enfin, 4°, une couche qui vient après la gaize, le *grès vert supérieur*, ressemble au grès vert inférieur et contient également des phosphates exploitables; — voisins : la craie marneuse et les sables verts se servent l'un à l'autre d'amendements. Tandis que les sables verts fournissent les phosphates, la potasse et le fer, la craie marneuse fournit la chaux; de ce mélange résultent des terres complètes au point de vue chimique et susceptibles par leurs propriétés physiques, moyennes entre l'extrême compacité et l'extrême sécheresse, ou de porter des cultures régulières ou d'être transformées en prairies comme les terres du gault; dans tous les cas, elles produisent des fourrages abondants et d'une excellente qualité.

L'ensemble de ces dépôts, base de la formation crétacée et particulièrement les argiles du gault, constituent une masse imperméable aux eaux de pluie qui viennent tomber sur elle. Recouverte par la craie proprement dite et par les formations tertiaires, elle forme cuvette sous le bassin de Paris et les différences de niveau permettent aux eaux qu'elle retient de remonter à la surface, lorsqu'on y creuse des puits artésiens.

La craie proprement dite forme la plus grande partie de la Champagne. Les géologues y distinguent plusieurs couches, la craie marneuse, la craie à micraster, la craie à bélemnites et une étude plus complète permettra sans doute un jour d'indiquer avec précision les différences qu'il y a entre les caractères agricoles de ces subdivisions. En attendant que ce travail soit fait, bornons-nous à indiquer le caractère général de l'agriculture de la craie, caractère déjà assez net pour qu'il soit facile de le distinguer de celui des autres formations.

La craie forme de vastes plateaux, légèrement ondulés et entrecoupés par des vallées dont les plus profondes seules descendent jusqu'à la craie marneuse et quelquefois au grès vert. Dans ces vallées principales, les eaux, retenues par ces couches plus imperméables que la craie proprement dite, se réunissent en rivières qui circulent au milieu des alluvions qui ont recouvert leur fond. Sur le bord de ces vallées principales et dans les vallons qui y aboutissent, on peut facilement creuser des puits. Mais plus on s'élève sur les plateaux, plus il est difficile de se procurer de l'eau. Comme les fissures de la craie la laissent passer, il faudrait creuser à 150 ou 200 mètres jusqu'aux marnes et, de plus, avoir une pompe puissante, mue par un manège, pour élever chaque jour la quantité nécessaire pour l'alimentation de la ferme.

Ce régime hydrographique explique à la fois le mode de répartition des centres de population et toute l'économie rurale de la Champagne. Toutes les villes et les villages importants sont dans les vallées principales, autour d'eux, des prés et quelques jardins sur le bord des plateaux; dans le voisinage immédiat des centres de population, assolement triennal intensif avec jachère bien fumée et employée tantôt pour les pommes de terre, tantôt pour le trèfle. Plus loin, assolement semi-pastoral composé de plusieurs années de sainfoin après lequel on prend quelques années de céréales. Plus loin encore, le *savart*, le maigre pâturage des plateaux champenois. Le mouton seul peut y vivre, parce que

lui seul n'y souffre pas trop de la soif, et va au loin recueillir les rares plantes fourragères qui croissent sur ces landes calcaires; il les transforme en viande et en laine et il revient chaque soir parquer, c'est-à-dire rapporter de l'engrais dans les champs qui entourent les villages. C'est un système économique, parce qu'il n'y a ni charriages de fourrages, ni charriages de fumier. Le mouton fait tous les transports lui-même.

Le cultivateur n'a pas besoin de nombreux attelages. Avec une charrue attelée d'un seul cheval il laboure aisément ses terres légères. Il n'a de bêtes à cornes que les quelques vaches nécessaires à l'alimentation de son personnel et des villes voisines.

Depuis trente à quarante ans, on a fait de nombreuses plantations de pins dans les parties les plus stériles et les plus éloignées des savarts. Au point de vue financier, c'est un bon placement. Il rapporte 6 à 7 pour 100, quelquefois plus; le revenu ne rentre pas, il est vrai, chaque année; mais il s'accumule comme dans une caisse d'épargne. En même temps, ces plantations de bois, en se développant, auront une influence très bienfaisante sur le climat et l'alimentation des sources.

La craie se compose en majeure partie de carbonate de chaux. Elle en contient jusqu'à 90 pour 100, quelquefois plus. La quantité de silice est variable, celle d'acide phosphorique est toujours suffisante pour une culture intensive; quelquefois elle s'élève à 1/2, même 1 0/0.

Mais la craie est pauvre en potasse. M. Ponsard, président du comice agricole de Châlons-sur-Marne, a montré que l'emploi des sels de potasse comme engrais assure et prolonge le succès de la luzerne. Elle est pauvre également ou manque totalement de fer et d'acide sulfurique, c'est pourquoi les cultivateurs champenois emploient comme amendements des cendres pyriteuses, des sables verts, quand ils peuvent s'en procurer sans trop grands frais de transport.

Quant à la vigne, on ne la trouve que dans les parties occidentales de la Champagne où les coteaux de craie sont dominés par les terrains tertiaires de la Brie dont les argiles ferrugineuses sont venues s'y mêler et former la couche superficielle du sol, tandis que le sous-sol est de la craie pure. Toujours on a soin de terrer les vignobles avec des composts formés d'argiles rouges. Ainsi se produisent les vins qui servent à la fabrication du champagne.

Cette fabrication elle-même est plus économique en Champagne que partout ailleurs, parce qu'on peut creuser facilement dans la craie, sans être obligé de les voûter, les immenses caves qui lui sont nécessaires. Ces caves ont le degré de chaleur et d'humidité convenable pour que le travail du vin se fasse bien.

Utilisation de la chaleur solaire. — M. *Auriol* présente, au nom de M. Pifre, un projet d'utilisation de la chaleur solaire aux irrigations et à la distillerie agricole. M. Pifre a modifié, dans certaines parties de sa construction, la machine de M. Mouchot et est arrivé à en obtenir un rendement beaucoup plus considérable que celui auquel on était arrivé jusqu'ici; le nouvel appareil utilise par mètre carré 12 calories par minute et permet d'élever pendant le même temps à trois mètres de hauteur un volume d'eau d'environ 100 litres. De là aux irrigations il n'y a qu'un pas, mais il nous paraît bien difficile à franchir : l'appareil que construit M. Pifre possède un miroir de 10 mètres carrés de surface environ, et, en se basant sur les chiffres donnés par M. Hervé-Mangon relativement aux irrigations dans le département de Vaucluse, on trouve qu'il ne pourrait irriguer qu'une surface d'un demi-hectare pendant 250 jours de soleil, c'est-à-dire pendant une année normale. Il faudrait donc placer sur un hectare de culture deux appareils semblables, c'est-à-dire soustraire au sol cultivé les 0,02 de sa surface utile; une machine à vapeur conduirait évidemment au même résultat avec plus d'économie et de simplicité.

Les mêmes objections pourraient être répétées en ce qui regarde la seconde application annoncée par M. Pifre; puisqu'à un mètre carré de surface réfléchissante ne correspondant qu'à 12 calories utiles, on sera conduit à donner au miroir moteur des dimensions tellement exagérées que son emploi cessera d'être avantageux : il nous semble que, dans l'état actuel des choses, cet appareil constitue une curiosité scientifique des plus intéressantes, mais qu'il est loin de réaliser toutes les conditions qu'exige l'agriculture pour arriver au résultat qu'elle poursuit sans cesse : produire abondamment et économiquement.

Physiologie végétale. — Quand on suit le développement de plantes herbacées telles que les graminées de grande culture, en pesant les récoltes obtenues à diverses époques de surfaces égales, on trouve que vers la fin de la maturation le poids de la matière sèche va en diminuant, tellement par exemple qu'en coupant l'avoine ou le blé le 15 juillet sur une surface de quelques mètres carrés, on trouve un poids plus fort que celui que fournira une surface égale dans les premières semaines d'août au moment de la moisson.

Ces pertes de matière sèche pendant la maturation ont été observées par M. Isidore Pierre, plus récemment par MM. Marié Davy et Albert Lewy et également par M. Dehérain qui cherche à quelles causes il faut les attribuer.

Les rédacteurs de l'*Annuaire de l'Observatoire de Montsouris* ont pensé que ces pertes de matière sèche, portant aussi bien sur des matières minérales que sur des matières azotées, pouvaient être dues à un retour au sol des substances contenues dans les végétaux par une véritable excrétion des racines. Cette manière de voir est combattue par M. *Dehérain* qui attribue les pertes observées soit à des chutes d'organes desséchés, soit à une véritable combustion lente dominant l'assimilation.

M. Dehérain fait remarquer, en effet, que les végétaux sont le siège de deux phénomènes différents, le phénomène d'assimilation qui a lieu dans les cellules à chlorophylle et qui se traduit par la décomposition de l'acide carbonique et l'émission d'oxygène, et le phénomène de respiration caractérisée, au contraire, par une absorption d'oxygène et une émission d'acide carbonique. Tant que l'assimilation domine, la plante augmente de poids; elle diminue, au contraire, si la combustion lente prend le dessus.

Or, dans une plante herbacée, la maturation des graines est toujours accompagnée d'un transport de principes immédiats, ces principes sont de deux ordres : des hydrates de carbone tels que l'amidon qui est considéré à juste titre comme une matière de réserve, de dépôt, se métamorphosant aisément en glycose et cheminant ainsi à travers les tissus pour venir se reconstituer à l'état d'amidon en un autre point du végétal, ou pour donner de la cellulose si la plante est encore en voie d'accroissement. Si le transport ne portait que sur un hydrate de carbone, la cellule pourrait continuer à fonctionner et il n'y aurait pas de raison pour que la maturation fût accompagnée d'un dépérissement; mais le transport porté également sur des matières azotées,

Or nous ne connaissons pas de matières azotées de réserve, c'est le protaplasma lui-même qui est résorbé et qui chemine des cellules à chlorophylle vers la graine; mais si ce protoplasma disparait en prenant la forme d'asparagine pour réapparaître dans la graine à l'état de légumine, de gluten, etc., la cellule est détruite, elle cesse de pouvoir fonctionner, les feuilles se flétrissent, se sèchent, tombent. Si elles restent en place, elles se brûlent lentement et la plante diminue de poids.

M. *Dehérain* a suivi, avec l'aide de M. *Bréal*, le développement d'un certain nombre de plantes à évolutions rapides, et les auteurs ont été conduits à préciser trois cas particuliers : quand la floraison est abondante, que toutes les fleurs apparaissent simultanément, qu'elles sont nombreuses par rapport aux dimensions de la plante, la maturation a lieu avec une perte de matière sèche; dans ce cas, la formation des graines détermine l'appel d'une grande quantité de matières azotées, les cellules à chlorophylle se vident, le phénomène d'assimilation s'éteint, la combustion domine; outre les céréales, le *sinapis nigra*, le *colinsia bicolor* ont fourni aux auteurs des exemples de cette forme de maturation.

Si, au contraire, le nombre des fleurs est restreint par rapport à celui des feuilles, ou si elles apparaissent successivement, la maturation n'est accompagnée que d'un ralentissement momentané dans la végétation; pendant quinze jours ou trois semaines, les pieds arrachés présentent un poids plus faible qu'au moment de la floraison; mais le transport n'est pas assez complet pour que la plante dépérisse complètement, les cellules à chlorophylle restées intactes soutiennent la végétation et celle-ci repart avec énergie quand les graines sont déjà mûries; l'*Eschlottzia Californica*, le *Convolvulus bicolor*, en offrent des exemples; ces espèces continuent à croître et à fleurir après que les siliques sont déjà remplis.

Enfin un dernier cas se présente encore; la floraison est peu abondante, les fleurs s'épanouissent lentement, les unes après les autres, ou encore elles sont en petit nombre par rapport aux feuilles; la plante mûrit sa graine tout en continuant à augmenter son poids. C'est ce qu'on observe dans le *sinapis alba*, le *Hesperis maritimale*. La maturation n'est donc accompagnée de pertes de matière sèche que dans certains cas et ces pertes peuvent être expliquées sans qu'on ait besoin d'avoir recours à l'hypothèse d'une excrétion par les racines, qui n'a jamais pu être démontrée expérimentalement.

Commerce du blé et de la laine. — M. Poulain, président du comité local de Reims, a représenté par des tableaux graphiques le commerce du blé depuis le commencement du siècle jusqu'à l'année courante; sous l'influence de la législation compliquée de l'empire et de la Restauration, malgré des prohibitions de sortie absolues, nous voyons le prix moyen du blé s'élever à 38 fr. 50 l'hectolitre en 1811, et à 36 fr. en 1817, puis retomber quelques années après à 15 fr.; depuis 1860, époque à laquelle l'échelle mobile est supprimée, nous voyons les prix tendre vers une moyenne uniforme, oscillant seulement comme prix moyen de 17 francs à 27 francs; en outre, grâce aux chemins de fer, les prix maxima et minima se rapprochent de la moyenne; tandis qu'au commencement du siècle, avec des voies de communication imparfaites, nous trouvons, en 1817, que sur certains points du territoire le blé valait 80 francs l'hectolitre, et en certains autres points 20 francs seulement; en 1868, nous le voyons encore à 36 francs sur quelques marchés et à 18 fr. 50 sur d'autres; les prix varient donc encore du simple au double, mais non plus du simple au quadruple.

Les tableaux de M. Poulain montrent encore que, malgré l'influence décisive des saisons, la quantité totale de blé produite en France va toujours en croissant; la plus belle récolte du siècle est celle de 1874 : elle a dépassé 130 millions d'hectolitres; pendant les dernières années, les récoltes ont toujours été au-dessous de 100 millions d'hectolitres; aussi les importations que donnent encore les tableaux se sont-elles singulièrement élevées, elles atteignent 500 millions de francs en 1878 et 785 millions en 1879, correspondant à 12 et à 20 millions d'hectolitres importés.

Les partisans des droits protecteurs ou compensateurs, comme on dit aujourd'hui, ont renoncé à demander un impôt sur l'importation du froment; mais ils font des efforts pour obtenir que les laines soient grevées d'un droit d'entrée; or il suffit de jeter les yeux sur les tableaux que M. Poulain a consacrés au commerce des laines pour reconnaître que la quantité de tissus exportés, le poids de laine importé et le prix de la laine indigène, suivent les mêmes oscillations; les courbes ont les mêmes allures, d'où il est facile de conclure que ce n'est pas l'importation de la laine étrangère qui détermine la valeur de notre laine française; si en effet, l'importation écrasait les cours, on devrait voir le prix de la laine française décroître à mesure que l'importation est plus active, et c'est l'inverse qu'on observe; c'est ainsi que le prix le plus bas de ces dernières années correspond à l'année 1870 où l'importation est tombée à 105 millions de francs; en 1873, au contraire, nous retrouvons un prix de 7 fr. 50 par kilogramme de laine; or, cette année, l'importation est de 240 millions de francs. En réalité, le prix de la laine est déterminé par l'importance des transactions sur les tissus exportés; ce sont ces transactions qui règlent les prix, d'autant plus que les laines françaises ont beaucoup perdu de leur finesse et qu'elles ne peuvent être employées à la fabrication du mérinos qu'en mélange avec les laines australiennes. Si elles n'étaient frappées d'un droit qui restreignît la fabrication et la vente, ce seraient les laines françaises qui en porteraient la peine, puisqu'elles seraient moins faciles à employer.

Avant de terminer ses séances, la section d'agronomie a choisi comme président pour la section d'Alger, M. Gaston Bazille, sénateur de l'Hérault.

VARIÉTÉS

Récréations scientifiques sur l'arithmétique et sur la géométrie de situation (1).

QUATRIÈME RÉCRÉATION SUR LE JEU DES PONTS ET DES ÎLES, SON APPLICATION AUX PONTS ET AUX ÎLES DE PARIS, ET AUX VOYAGES DE CONTREBANDE.

Parmi les divers travaux des mathématiciens, sur cette branche de la science de l'étendue que l'on nomme géométrie de situation, on rencontre, dès l'origine, un fameux

(1) Voir la *Revue scientifique* du 10 juillet 1880, p. 36.

mémoire d'Euler connu sous le nom de *Ponts de Königsberg;* nous donnons ci-dessous, d'après la traduction de M. Charles Henry, notre jeune et savant collaborateur, un commentaire de cet opuscule qui a paru, en latin, dans les mémoires de l'Académie des sciences de Berlin pour l'année 1759, et qui a pour titre : *Solutio problematis ad geometriam situs pertinentis.*

1. Outre cette partie de la géométrie qui s'occupe de la grandeur et de la mesure, et qui a été cultivée dès les temps les plus reculés, avec une grande application, Leibniz a fait mention, pour la première fois, d'une autre partie encore très inconnue actuellement, qu'il a appelée *Geometria situs.* D'après lui, cette branche de la science s'occupe uniquement de l'ordre et de la situation, indépendamment des rapports de grandeur. Mais quels sont les problèmes qui appartiennent à cette géométrie; quelles sont les méthodes qu'il faut employer à leur résolution? C'est ce qui n'a pas encore été nettement défini. Récemment, j'ai entendu parler d'un problème qui paraît se rapporter à la géométrie de situation, puisqu'il ne contient, dans son énoncé, que des considérations d'ordre, et non de mesure; aussi ai-je résolu d'exposer ici, comme un spécimen, la méthode que j'ai trouvée pour résoudre ce problème.

2. A Kœnigsberg, en Poméranie, il y a une île appelée Kneiphof; le fleuve qui l'entoure se divise en deux bras

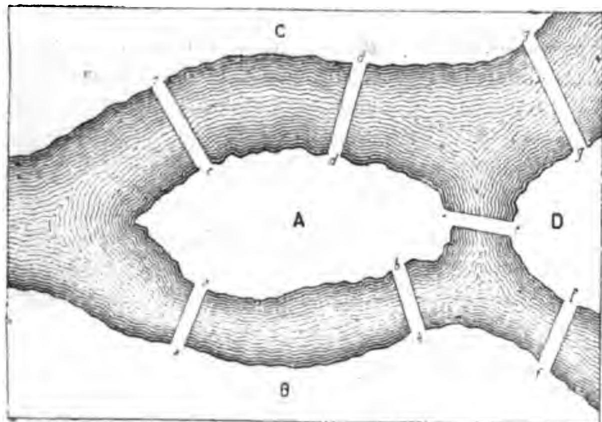


Fig. 29.

(fig. 29), sur lesquels sont jetés sept ponts *a, b, c, d, e, f, g.* Ceci posé, peut-on arranger son parcours de telle sorte que l'on passe sur chaque pont, et que l'on ne puisse y passer qu'une seule fois? Cela semble possible, disent les uns; impossible, disent les autres; cependant personne n'affirme. Je me suis donc proposé le problème suivant, qui est très général :

Quelle que soit la forme d'un fleuve, sa distribution en bras, par des îles en nombre quelconque, et quel que soit le nombre des ponts jetés sur le fleuve, trouver si l'on peut franchir celui-ci en passant une fois, et une seule, sur chacun des ponts.

3. Quant au problème particulier des sept ponts de Kœnigsberg, on pourrait évidemment le résoudre en faisant l'énumération complète de tous les parcours possibles; on reconnaîtrait ainsi s'il existe ou non un chemin qui réponde à la question. Mais, par suite du grand nombre de permutations, cette méthode déjà difficile et laborieuse dans le cas particulier serait impraticable pour un plus grand nombre de ponts; d'autre part, parmi ces permutations, beaucoup d'entre elles sont inutiles, de telle sorte qu'après avoir terminé l'opération, on aurait rencontré un grand nombre de choses qui ne sont pas en question; c'est en cela, sans aucun doute, que réside la cause d'une aussi grande difficulté (1). Donc, en laissant de côté ces considérations, j'ai recherché s'il n'était pas préférable d'imaginer une méthode qui permît de juger, au premier abord, de la possibilité ou de l'impossibilité du problème; je pensais, en effet, qu'une telle méthode devait être beaucoup plus simple (2).

4. Or toute la méthode repose sur une manière convenable de représenter les divers chemins; pour cela, je me sers des lettres majuscules A, B, C, D,... pour désigner les diverses régions séparées par les bras du fleuve; alors, si l'on passe de la région A dans la région B, soit par le pont *a,* soit par le pont *b,* je désigne ce chemin par A B; la première lettre indique la région de départ, et la seconde la région d'arrivée. Maintenant, si le voyageur passe de la région B dans la région D, par le pont *f,* par exemple, je désigne la seconde traversée par B D, et l'ensemble des deux passages successifs par A B D; ainsi la lettre intermédiaire B désigne en même temps la région d'arrivée après la première traversée, et la région de départ pour la seconde.

5. Si le voyageur passe ensuite de D en C par le pont *g,* je désigne l'ensemble des trois passages successifs par les quatre lettres A B D C. Ainsi la *notation* A B D C signifie que le voyageur situé primitivement dans la région A est parvenu dans la région C, après avoir occupé successivement les régions B et D; mais, puisque ces quatre régions sont séparées les unes des autres par les bras du fleuve, le voyageur a dû franchir trois ponts; de même, tout parcours dans

(1) C'est pour la même raison, très probablement, que l'on n'a pas encore trouvé la solution du problème des reines, lorsque leur nombre dépasse huit; voir à ce sujet la deuxième récréation, dans le numéro de la *Revue scientifique* du 3 avril 1880. Cependant, nous avons reçu dernièrement de M. Laquière, ancien élève de l'École polytechnique, une méthode qui nous paraît plus simple que toutes celles que nous avons exposées, et que nous espérons publier prochainement. Quant aux permutations qu'il y aurait lieu de considérer ici, ce sont les permutations avec répétition. (Ed. L.)

(2) Cette remarque d'Euler comporte un très grand caractère de généralité, qu'elle ne paraît pas avoir tout d'abord. J'ai observé que, dans un grand nombre de problèmes de la géométrie de situation, il y a souvent une différence considérable dans la manière de traiter la possibilité et l'impossibilité; en général, l'impossibilité se manifeste plus facilement que la possibilité, ainsi que l'on pourra s'en convaincre dans les théories du solitaire, du taquin, et de quelques autres jeux. Dans le paragraphe suivant, Euler ajoute que toute sa méthode repose sur une notation spéciale; nous ferons voir encore que dans tous ces problèmes, il en est presque toujours ainsi. On a vu, dans notre récréation sur le jeu du baguenaudier, comment la notation si ingénieuse de M. Louis Gros (actuellement conseiller à la Cour d'appel de Lyon) simplifie considérablement la théorie de ce jeu. (Ed. L.)

lequel on traverse quatre ponts sera désigné par cinq lettres. En général, si le voyageur traverse n ponts, la notation de son parcours contiendra $n+1$ lettres. Ainsi dans le problème des sept ponts de Kœnigsberg, tout chemin possible doit être désigné par huit lettres.

6. On observera que, dans cette notation, il n'est pas tenu compte de la désignation des ponts par lesquels le passage s'effectue; il est évident, en effet, que les ponts qui réunissent les mêmes régions peuvent être, dans chaque parcours, remplacés les uns par les autres. Par conséquent, dans le problème des sept ponts, tout parcours est représenté par huit lettres; mais, de plus, ces huit lettres doivent être disposées de telle sorte que la succession immédiate des lettres A et B, dans l'ordre AB ou BA, se présente deux fois, puisqu'il y a deux ponts qui réunissent les rives des régions A et B; de même le voisinage des lettres A et C doit aussi apparaître deux fois; pour la même raison, il est nécessaire que les lettres B et D, ou C et D soient voisines une seule fois.

7. Le problème particulier se réduit donc à former avec les quatre lettres A, B, C, D, une série de huit lettres dans laquelle tous ces voisinages apparaissent autant de fois qu'il a été indiqué; mais, avant de chercher à effectuer une telle disposition, il est bon de se demander si celle-ci est réalisable. En effet, si l'on démontrait, et c'est ce qui a lieu ici, qu'un tel assemblage de lettres est impossible, il serait inutile de continuer. Aussi ai-je trouvé une règle qui donne, pour tous les cas, la condition indispensable pour que le problème des ponts et des îles ne soit pas impossible.

8. Pour cela, je considère uniquement la région A dont la rive est réunie à celle des autres régions par un nombre quelconque de ponts a, b, c, d, e... En commençant par le pont a, j'observe que si le voyageur traverse ce pont, ou bien le voyageur se trouvait en A avant le passage, ou s'y trouvera après; par conséquent, en franchissant le pont a dans un sens ou dans l'autre, la lettre A apparaîtra une seule fois dans la notation. Supposons maintenant que trois ponts, a, b, c, conduisent dans la région A; si le voyageur traverse les trois ponts, la lettre A apparaîtra deux fois dans la notation, soit qu'au début le voyageur parte de cette région, ou d'une autre quelconque. De même, si cinq ponts conduisent en A, la lettre A sera comprise trois fois dans la notation de passage à travers tous ces ponts. En général, si le nombre des ponts qui aboutissent à la rive de la région A est impair (une telle région sera appelée *région impaire*), la lettre A apparaîtra, dans la notation du passage complet, un nombre de fois égal à la moitié du nombre des ponts augmenté d'une unité. En d'autres termes, si le nombre des ponts est $2n+1$, le nombre d'apparitions de A sera la moitié de $2n+2$ ou $n+1$.

9. Dans le cas du problème de Kœnigsberg, cinq ponts aboutissent à la région A, et trois ponts à chacune des régions B, C, D; donc, dans la notation du parcours complet, la lettre A doit apparaître trois fois, et chacune des lettres B, C, D, doit être écrite deux fois; par conséquent, cette notation devrait renfermer neuf lettres, et non huit, ainsi que nous l'avions trouvé par d'autres considérations. Ainsi le problème de franchir une seule fois tous les ponts de Kœnigsberg n'est pas possible.

10. On appliquera exactement le même raisonnement pour tous les cas dans lesquels le nombre des ponts qui aboutissent aux différentes régions est toujours impair; on pourra déterminer des cas d'impossibilité du parcours. En effet, s'il arrive que le nombre total des apparitions de toutes les lettres n'égale pas le nombre de tous les ponts augmenté de l'unité, de plus, le problème est impossible. On observera que la règle donnée pour obtenir le nombre des répétitions de la lettre A par le nombre impair des ponts de la région s'applique toujours, soit que tous les ponts issus de la rive A aboutissent à une seule région B, soit qu'ils aboutissent à un nombre quelconque de régions.

11. Mais lorsque le nombre des ponts issus de A est pair, on doit considérer deux cas, suivant que le voyageur est parti de A ou d'une autre région. En effet, si deux ponts conduisent en A, et si le voyageur est parti de A, alors la lettre A doit être répétée deux fois : une première fois pour le départ par l'un des ponts, et une deuxième fois pour le retour par l'autre pont; mais si le voyageur a commencé ses pérégrinations par une autre région, la lettre A ne se trouvera écrite qu'une seule fois et désignera tout aussi bien, ainsi qu'il est convenu, l'arrivée en A par l'un des ponts et le départ par l'autre.

12. Supposons que quatre ponts conduisent dans la région A, et que le voyageur parte de celle-ci; alors la notation du parcours contiendra trois fois la lettre A, s'il passe une fois, et une seule, sur chacun de ces ponts; mais s'il est parti d'une autre région, la lettre A ne sera répétée que deux fois. De même, lorsque six ponts aboutissent à la région A, la notation du parcours renfermera quatre ou trois fois la lettre A, suivant que le départ s'est effectué de la région A ou d'une autre. En général, lorsque le nombre des ponts d'une rive est pair (*région paire*), la notation correspondante renferme la lettre de cette région un nombre de fois égal à la moitié du nombre des ponts, si le départ s'est établi d'une autre région, et à ce nombre augmenté de l'unité, si le commencement du voyage a eu lieu dans cette région.

13. Mais il est évident que, dans le parcours complet, on ne peut partir que d'une seule région; par conséquent je prendrai toujours pour le nombre des répétitions d'une lettre la moitié du nombre des ponts pour une région paire, et la moitié du nombre des ponts augmenté d'une unité, si la région est impaire. Nous aurons alors deux cas à considérer suivant que le départ s'effectue d'une région impaire ou d'une région paire.

Dans le premier cas, le problème sera impossible si le nombre total des répétitions des lettres ne surpasse pas d'une unité le nombre total des ponts. Dans le cas de départ d'une région paire, le problème sera impossible, si le nombre total des répétitions des lettres n'égale pas le nombre des ponts; car, en commençant par une région paire, on devra augmenter d'une unité pour cette région, et pour celle-là seulement, le nombre des répétitions de la lettre correspondante.

14. Considérons donc une disposition quelconque des ponts

et des îles d'un fleuve; pour savoir si le parcours complet de tous les ponts n'est pas impossible *a priori*, on opère de la manière suivante : 1° on désigne chacune des régions séparées les unes des autres par les lettres A, B, C, D; 2° on prend le nombre de tous les ponts, et on le place en tête du tableau de calcul que nous allons indiquer; 3° on écrit dans une colonne verticale chacune des lettres A, B, C, D, et dans une seconde colonne le nombre des ponts qui aboutissent à ces différentes régions; 4° on marque d'un astérisque les régions paires, c'est-à-dire celles auxquelles aboutissent des ponts en nombre pair; 5° on écrit dans une troisième colonne verticale les moitiés des nombres pairs, et les moitiés des nombres impairs augmentés d'une unité, de la colonne précédente; 6° on fait la somme de tous les nombres de cette dernière colonne. Lorsque cette somme est égale au nombre de tous les ponts ou lui est inférieure d'une unité, le passage complet peut être effectué, sinon le problème est impossible. Mais il faut observer que, dans le second cas, le départ doit commencer par une région paire, marquée d'un astérisque; dans le premier cas, le départ doit s'effectuer d'une région non marquée d'astérisque, ou impaire. Ainsi l'on a, pour le problème de Kœnigsberg :

Nombre des ponts : 7.

A.	5	3
B.	3	2
C.	3	2
D.	3	2
Total		9

Comme le total est plus grand que 8 ou 7 + 1, le problème est impossible.

15. Considérons la disposition formée par deux îles A et B, réunies entre elles et aux rives d'un fleuve par quinze ponts, ainsi que l'indique la figure 30. On demande si l'on peut voyager de manière à passer sur tous les ponts, sans jamais repasser sur l'un d'eux. D'abord, je désigne les six régions par les lettres A, B, C, D, E, F; puis je construis le tableau, d'après les explications données ci-dessus :

Nombre des ponts : 15.

A*	8	4
B*	4	2
C*	4	2
D.	3	2
E.	5	3
F*	6	3
Total		16

Dans cet exemple le problème est possible, pourvu que l'on parte de la région D, et alors on arrive à la région E, ou inversement; le parcours pourra s'effectuer ainsi :

E*a* F*b* B*c* F*d* A*e* F*f* C*g* A*h* C*i* D*k* A*m* E*n* A*p* B*q* E*l* D,

ou dans l'ordre inverse; dans cette notation nous avons intercalé entre les lettres majuscules, qui indiquent les régions, les lettres minuscules qui désignent les quinze ponts.

16. En dehors de la méthode précédente, pour juger de l'impossibilité, nous indiquerons un autre procédé plus simple et plus expéditif. Nous observerons d'abord que la somme des nombres de la seconde colonne verticale du tableau est exactement égale au double du nombre des ponts; cela tient à ce que nous avons compté chaque pont deux fois, puisque, par chacune de ses extrémités, il aboutit à deux régions distinctes.

17. Il résulte évidemment de cette remarque que la somme des nombres renfermés dans la seconde colonne verticale est un nombre pair, puisque sa moitié représente le nombre des ponts.

Par conséquent, il n'est pas possible que le nombre des régions impaires soit un, trois, cinq, etc.; ainsi dans tous les tableaux de calcul, la seconde colonne renferme toujours

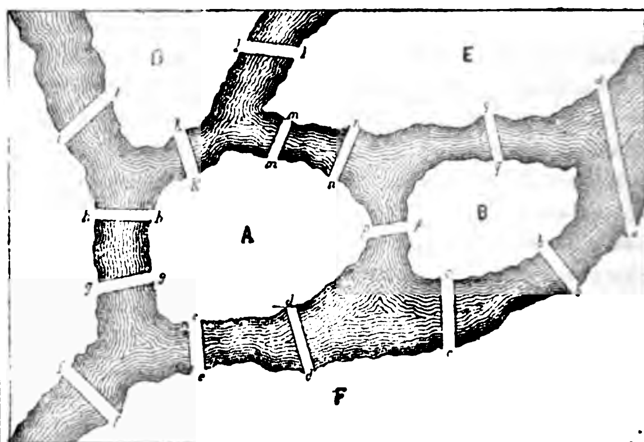


Fig. 30.

un nombre pair de nombres impairs; en d'autres termes, le nombre des régions impaires est nécessairement zéro ou un nombre pair. C'est, en particulier, ce que nous avons trouvé pour le problème de Kœnigsberg, et aussi pour le problème du numéro 15.

18. Il ressort de ces considérations que le problème n'est pas impossible si toutes les régions sont paires. Alors tous les nombres de la seconde colonne verticale sont pairs, et le total des nombres de la troisième colonne est égal au nombre des ponts; et l'on verra que le problème est toujours possible en prenant pour point de départ une région quelconque. Ainsi, dans l'exemple de Kœnigsberg, on pourrait franchir tous les ponts par deux fois; par exemple :

a b a b c d c d e f f g g e.

En effet, chaque pont est dédoublé, et toutes les régions deviennent paires (1).

19. Supposons encore qu'il y ait deux régions impaires, toutes les autres étant paires; dans ce cas, la somme des nombres de la troisième colonne surpasse d'une unité le

(1) Ce raisonnement s'applique évidemment à une distribution quelconque des ponts et des îles, dans les bras d'un fleuve, à la condition de passer deux fois sur chaque pont. (Ed. L.)

nombre des ponts; on s'assurera encore que le problème est possible, à la condition de prendre pour point de départ ou d'arrivée l'une ou l'autre des deux régions impaires. On voit encore que si le nombre des régions impaires était de quatre, six, huit, la somme des nombres de la troisième colonne surpasserait de deux, trois, quatre unités le nombre total des ponts; par conséquent, le problème serait impossible.

20. *En résumé,* étant donnée une disposition quelconque, il sera facile de savoir s'il est possible de franchir, une seule fois, tous les ponts. Le problème est impossible, lorsqu'il y a plus de deux régions impaires; il est possible : 1° lorsque toutes les régions sont paires, et alors le point de départ peut se faire arbitrairement d'une région quelconque; 2° lorsqu'il n'y a que deux régions impaires et alors le parcours commence par l'une de celles-ci et finit par l'autre ou inversement.

21. Lorsque l'on a conclu à la possibilité du problème, il reste à résoudre la question de savoir comment on doit diriger sa course; à cet effet, je me sers de la règle suivante. On supprime par la pensée, autant de fois qu'on le peut, les couples de ponts qui conduisent d'une région dans une autre; de cette manière, le nombre des ponts est considérablement diminué; on cherche ensuite la course à effectuer avec le reste des ponts. Cela fait, on rétablira les ponts supprimés, ce qui devient très facile avec un peu d'attention. Aussi, je ne crois pas qu'il soit nécessaire d'en dire davantage sur la loi de formation des parcours (1).

LES PONTS DE PARIS.

Nous ferons maintenant l'application des règles démontrées dans le mémoire d'Euler au problème suivant: *Est-il possible de passer successivement sur tous les ponts de Paris, sans passer deux fois sur l'un d'eux?*

Nous ne comprenons dans ce problème que les ponts jetés sur la Seine, sans tenir compte des canaux. Dans le parcours du fleuve à travers Paris, on ne rencontre que trois îles, à savoir : l'île Saint-Louis, la Cité et l'île des Cygnes. Par conséquent on doit compter cinq régions différentes, les deux rives et les trois îles.

Mais, parmi ces cinq régions, l'île des Cygnes et la Cité sont des régions paires; à la première aboutissent les deux parties du pont de Grenelle; à la Cité, aboutissent dix ponts, savoir : 1° au sud, le pont de l'Archevêché, le pont au Double, le Petit-Pont, le pont Saint-Michel et la partie méridionale du Pont-Neuf; 2° au nord, le pont Saint-Louis, le pont d'Arcole, le pont Notre-Dame, le pont au Change et la partie septentrionale du Pont-Neuf. L'île Saint-Louis est une région impaire à laquelle aboutissent sept ponts : au sud, la partie méridionale du pont Sully, le pont de la Tournelle et le pont Saint-Louis; au nord, la partie septentrionale du pont Sully, le pont Marie et le pont Louis-Philippe; mais il faut ajouter l'*Estacade,* pont en bois qui aboutit à la rive droite. Quant aux deux rives, il n'est pas nécessaire de connaître le nombre des ponts; il est facile de voir que l'une d'elles est une région impaire et l'autre une région paire. En effet, il a été démontré au n° 17 que le nombre des régions impaires est toujours pair; or, sur les cinq régions, deux sont paires et une impaire; il est donc nécessaire que l'une des rives soit le point de départ d'un nombre impair de ponts.

D'autre part, puisqu'il n'y a que deux régions impaires, le problème proposé est toujours possible. En d'autres termes, un voyageur peut disposer son parcours de telle sorte qu'il puisse passer une fois, et une seule, sur tous les ponts qui aboutissent à la Cité et à l'île Saint-Louis et sur un nombre quelconque de ponts joignant directement les deux rives de la Seine. Mais le promeneur est toujours forcé de prendre l'île Saint-Louis pour point de départ ou d'arrivée.

LES POLYGONES.

Les collégiens se posent quelquefois ce problème de dessiner d'un seul trait, non doublé, la figure formée par les quatre côtés d'un rectangle et ses deux diagonales. Ce problème est exactement semblable à celui des ponts de Kœnisberg; soient A, B, C, D les sommets du rectangle, E l'intersection des diagonales. On peut considérer les cinq points A B C D E comme les centres de cinq régions; quatre d'entre elles, A B C D, sont impaires, donc le problème est impossible. Cependant on pourrait dessiner cette figure en doublant tous les traits.

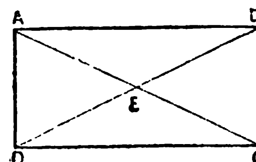


Fig. 31.

Ces considérations s'appliquent à la description par un seul trait de toutes les figures de géométrie formées de lignes droites ou courbes, dans le plan ou dans l'espace. Ainsi on démontrera très facilement que l'on peut décrire d'un seul trait la figure formée par les côtés et toutes les diagonales d'un polygone régulier d'un nombre impair de côtés, et qu'au contraire, le problème est impossible pour les polygones d'ordre pair, comme le carré. De même, on peut décrire d'un seul trait l'ensemble des arêtes de l'octaèdre régulier, tandis qu'on ne peut le faire pour les quatre autres polyèdres réguliers convexes.

LES VOYAGES DE CONTREBANDE.

On ramène encore au problème des ponts de Kœnigsberg celui du voyage d'un contrebandier; il s'agit de traverser successivement toutes les frontières respectives de divers

(1) Ici se termine le mémoire d'Euler. Cet illustre géomètre n'a traité, pour ainsi dire, que la question d'impossibilité. Nous traiterons, dans une autre récréation sur le jeu des labyrinthes et des catacombes, la question de possibilité, en exposant diverses considérations ingénieuses dues à M. Trémaux, ancien élève de l'École polytechnique.

pays d'un continent, et de ne les traverser qu'une seule fois. Il est évident que les divers pays et leurs frontières correspondent exactement aux régions et aux bras du fleuve sur lesquels serait jeté un seul pont, pour chaque frontière commune à deux pays. Ainsi, puisque la Suède, l'Espagne et le Danemark ont des frontières en nombre impair, il est impossible de traverser, une seule fois seulement, toutes les frontières des différents pays de l'Europe.

Il y a encore lieu de considérer le problème géométrique corrélatif pour les figures du plan et de l'espace. Ainsi, par un mouvement continu sur la surface, il est possible de traverser une seule fois toutes les arêtes du cube, mais non pas les arêtes des autres polygones réguliers convexes.

ÉDOUARD LUCAS.

MÉDECINE

La diphthérie dans les provinces méridionales de la Russie.

De temps à autre, les journaux russes nous apportent le récit des ravages causés par la diphthérie dans les provinces méridionales de la Russie. Depuis 1872, cette maladie y règne à l'état épidémique et dans des proportions beaucoup plus grandes qu'on ne le croit généralement.

C'est vers 1872 que le fléau fit sa première apparition dans la Bessarabie, et l'on calcule que depuis cette époque, il a causé la mort de plus de douze mille enfants. De la Bessarabie, il s'étendit dans le gouvernement de Poltava, où il ne causa pas de moindres ravages. En 1873, il apparaît dans le gouvernement de Kherson, où la mortalité parmi les personnes atteintes a varié de 27 pour 100 à 62 et même 73 pour 100. En 1875, il sévit avec violence dans les gouvernements de Krim, de Kieff et de Koursk. Actuellement, plus de quinze provinces en sont infectées.

De toutes les épidémies dont on a constaté la présence en Russie, la diphthérie est la plus redoutable. Les statistiques présentées, en 1877, par la Commission médicale de l'empire donne les chiffres suivants :

Atteints de :		Morts.	Proportion pour 100.
—		—	—
Petite vérole.	10 287	2 632	25,5
Scarlatine.	25 733	6 439	25,0
Rougeole	45 925	5 912	12,8
Typhus.	50 445	5 666	11,2
Dysenterie	13 209	1 266	9,5
Coqueluche	11 775	606	5,1
Syphilis.	75 588	701	0,9
Diphthérie	46 136	18 698	40,0

Donc la diphthérie est une fois 1/2 plus redoutable que la petite vérole et la scarlatine, trois fois plus que la rougeole, quatre fois plus que le typhus et huit fois plus que la coqueluche.

Il est à remarquer que la diphthérie s'attaque de préférence aux enfants. Ainsi dans le district de Meergorod, l'un des plus éprouvés, la moitié des malades avait de 5 à 10 ans. D'une façon générale, sur 100 personnes atteintes, 81 avaient moins de 20 ans. Parmi ceux qui succombèrent au fléau, la moitié avait de 1 à 5 ans, 1/3 de 5 à 10 ans, 1/10 de 10 à 15, 1/30 de 15 à 20 et 1/50 au-dessus de 20. Il en résulte que dans certaines parties de la Russie des villages entiers sont dépeuplés d'enfants.

Notons aussi que l'épidémie tend toujours à s'étendre et la mortalité à s'accroître. Aussi en 1876, sur 25 786 personnes atteintes, le chiffre des décès atteignait 36 pour 100, tandis qu'en 1877, sur 46 136 cas, les décès ont atteint la proportion de 40 pour 100.

C'est dans le district de Meergorod, où l'épidémie a sévi avec le plus de force, qu'elle a pu être étudiée avec le plus de soin. Les premiers cas furent observés en novembre 1875. Restreinte d'abord sur un point, elle s'étendait en mai 1876 à tout le district. On a fait la remarque que l'épidémie augmente tous les ans au mois de juin avec une précision remarquable, et qu'elle va en augmentant jusqu'en octobre ou novembre. A partir de cette époque, elle suit une marche décroissante et continue jusqu'au mois de mai. Dans les districts atteints, on comptait, en hiver, un cas sur 26 habitants ; au printemps, 1 sur 55 ; en été, 1 sur 32 ; en automne, 1 sur 19. Toutefois si l'automne est l'époque qui compte le plus grand nombre de personnes atteintes, l'hiver est la saison où la mortalité est la plus grande ; elle est de 44 pour 100, tandis qu'en été, elle n'est que de 30 pour 100.

A la fin de 1875, la population du district de Meergorod était de 125 000. Pendant les années 1876, 1877, 1878, on compta 14 226 cas de diphthérie et 5 508 de décès, soit 38 pour 100. En 1876 et 1877, les naissances furent au nombre de 12 364 et les décès s'élevèrent à 10 177 par suite de diverses maladies et à 4 248 pour diphthérie. Il en résulte que de 125 000 habitants en 1875, le district de Meergorod n'en compte plus que 122 000 en 1879, ce qui fait une diminution de 2 pour 100 dans la population.

Dans le gouvernement de Tchernigov qui comprend 15 districts, 134 villages situés dans 11 districts ont été visités par l'épidémie ; 7924 personnes ont été atteintes ; 1292 sont mortes. Il faut faire remarquer que ces chiffres sont trois fois moins considérables que les chiffres donnés par les statistiques actuelles qui sont plus exactes. Aussi peut-on dire que le nombre des cas s'est élevé dans ce gouvernement à près de 12 000.

Il reste maintenant à se demander ce que l'on a fait pour combattre le fléau. Jusqu'à cette dernière année, les mesures prises paraissent avoir été très insuffisantes. Le devoir de veiller à la santé des populations incombe aux assemblées provinciales et de districts, les *Zemstvoes ;* mais, la plupart du temps, celles-ci n'ont pas les moyens nécessaires pour combattre le fléau. L'entretien d'un médecin dans les villages russes a presque toujours été un luxe trop coûteux. Il y a nombre de districts qui n'ont pas un médecin, et le district contient souvent plusieurs centaines de villages.

Quelques *Zemstvoes* ont un médecin à leur service, mais celui-ci doit exercer seul dans une étendue de pays beaucoup plus vaste qu'aucune des grandes principautés de l'Allemagne. Dans un des districts du gouvernement de Poltava, l'épidémie sévit pendant un an avant qu'on songeât à appeler un médecin. Dans certains districts plus riches, on compte deux, trois et jusqu'à six médecins; mais ceux-ci ont à visiter des malades dans un rayon de 40 à 100 kilomètres. Or, dans l'état tout primitif des routes en Russie, au printemps et dans la saison des pluies, le médecin le plus dévoué se trouve dans l'impossibilité de donner ses soins dans toute l'étendue de son ressort. En admettant même que cela fût possible, à quoi serviraient-ils, lorsque le district est entouré d'autres districts ravagés par l'épidémie, et dans lesquels il n'existe aucun service sanitaire? Enfin l'hygiène est absolument inconnue chez les populations rurales de la Russie. Il est fort difficile d'isoler les malades, la maison du paysan russe ne se composant la plupart du temps que d'une seule pièce; les hôpitaux sont rares, et les paysans les redoutent. On avait ouvert dans le gouvernement de Koursk un hôpital de diphthériques; à force de persuasion, on réussit à y faire entrer quelques malades; les résultats obtenus furent satisfaisants jusqu'au jour où l'un des malades vint à mourir; à la nouvelle de sa mort, ses parents pénétrèrent aussitôt dans l'hôpital, s'emparèrent du corps et le promenèrent dans les rues; la population indignée se révolta et, à partir de ce jour, l'hôpital resta désert. Les traitements infructueux essayés par les médecins ont, en effet, donné lieu aux histoires les plus invraisemblables. On a raconté qu'on faisait avaler du vitriol aux enfants, qu'on jetait de la chaux dans leurs yeux; qu'on leur ouvrait la gorge par pure cruauté. Ce n'est guère qu'avec le temps qu'on pourra triompher des préjugés de l'ignorance. Il semble qu'on ait fait déjà quelques progrès dans ce sens: les services sanitaires s'établissent et se complètent. La Société de la croix de Genève a multiplié ses soins dans les districts les plus éprouvés, et tout fait espérer que l'on pourra prendre des mesures efficaces pour diminuer, sinon pour éteindre ce redoutable fléau.

FACULTÉ DES SCIENCES DE PARIS

THÈSE POUR LE DOCTORAT

M. JOURDAN

Recherches zoologiques et histologiques sur les zoanthaires du golfe de Marseille.

Les Zoanthaires forment l'un des deux grands groupes de la famille des Coralliaires.

M. Jourdan, élève du laboratoire de zoologie de la Faculté de Marseille, s'est proposé d'étudier les représentants méditerranéens de ce groupe d'animaux cœlentérés, dont l'étude a été relativement délaissée par les anatomistes et les histologistes.

Après une rapide bibliographie, l'auteur aborde dans une première partie de son travail la zoologie descriptive et systématique des zoanthaires qu'il a observés. L'auteur joint à ces descriptions une sorte d'esquisse de la géographie zoologique de ce groupe sur les côtes des environs de Marseille.

La seconde partie est consacrée à l'étude histologique des tissus remarquables que présentent plusieurs de ces animaux.

Enfin le dernier chapitre du Mémoire traite de quelques recherches embryogéniques sur les zoanthaires.

Les actinies, les anémones et les autres zoanthaires voisins si connus par l'élégance de leurs formes et l'attrait de leurs vives couleurs ont plusieurs habitats divers. Les unes se fixent à la côte et vivent dans les prairies de zostères (les seules plantes phanérogames de la mer), les autres se rencontrent plus profondément sur les sables vaseux et les fonds coralligènes. Les zoanthaires malacodermés, dont les téguments mous ne forment jamais un polypier, sont beaucoup moins étroitement localisés sur nos côtes que les sclérodermés ou zoanthaires à vrais polypiers.

Parmi les points étudiés par M. Jourdan dans la partie histologique, un des plus intéressants est la recherche d'éléments nerveux chez ces animaux peu différenciés. On a souvent contesté et on conteste encore l'existence de toute trace du système nerveux chez ces polypes. Voici ce que dit M. Jourdan, à propos des tentacules du *calliactis* :

« L'ectoderme possède quelques fibrilles très minces; elles présentent un ou plusieurs noyaux fortement colorés par les réactifs et contenus dans l'épaisseur même de la fibrille...

« Cette identité d'aspect (avec les éléments analogues des méduses) nous autorise à les considérer comme des éléments de communication nerveuse.

« Ils doivent former à la base de l'ectoderme des tentacules, un plexus diffus mettant en rapport les éléments épithéliaux et musculaires. Claus a aussi trouvé des éléments analogues chez une méduse. Nos observations démontrent que ces éléments nerveux ne sont pas spéciaux à un seul groupe de cœlentérés et qu'ils se retrouvent avec des caractères identiques chez les zoanthaires. »

Il y aurait donc chez les zoanthaires une ébauche de système nerveux; mais le seul argument tiré du caractère histologique n'est certainement pas suffisant pour la démonstration complète du rôle réellement nerveux de ces éléments; il faudrait, sur ce point, quelques indications physiologiques.

On sait que les zoanthaires possèdent des capsules urticantes appelées nématocystes, qui paraissent jouer un certain rôle dans la défense de ces animaux ou dans la préhension de leurs aliments. M. Jourdan a décrit trois types de ces nématocystes. Le plus connu est en forme de fuseau renfermant un fil urticant enroulé en spirale et qui peut se dérouler brusquement; un second est beaucoup plus volumineux, à fil pelotonné, se déroulant avec lenteur; enfin dans un troisième type, la capsule urticante possède, au lieu d'un fil, un bâton-

net muni de barbelures. Un même zoanthaire, le cérianthe, par exemple, peut présenter les trois formes de nématocystes : la première sur ses tentacules, la seconde sur les parois du corps, la troisième sur les filaments qui bordent les lames mésentéroïdes.

M. Jourdan décrit aussi chez les actinies certains éléments des tissus qui n'avaient pas été signalés par les auteurs chez les rayonnés.

Les éléments contractiles des zoanthaires sont des fibres musculaires lisses. Ces éléments se composent de deux parties : une cellule et une fibrille en contact plus ou moins intime avec elle. Le tissu conjonctif présente aussi plusieurs particularités ; c'est dans son intérieur que prennent naissance les cellules femelles et les cellules mâles.

Enfin M. Jourdan a essayé d'étudier le développement de plusieurs zoanthaires. Les études embryogéniques, toujours si difficiles chez les cœlentérés, ne l'ont pas conduit à des résultats très saillants. Il annonce dans son travail qu'il doit les continuer et les compléter.

En résumé, cet important Mémoire donne d'utiles renseignements sur une partie de la faune de nos côtes méditerranéennes ; on y trouve mentionnées et figurées trois espèces nouvelles, et la description des espèces déjà connues est à la fois détaillée et précise.

BULLETIN DES SOCIÉTÉS SAVANTES

Académie des sciences de Paris

SÉANCE DU 4 OCTOBRE 1880.

M. *F. Perrier* fait hommage à l'Académie de deux exemplaires du *Mémorial du dépôt de la guerre,* qui contient le compte rendu des déterminations de longitudes, latitudes et azimuts terrestres, en Afrique, faites sous sa direction, avec la collaboration de MM. les capitaines Bassot et Defforges, aux quatre stations de Géryville, Laghouat, Biskra et Carthage, pendant les années 1877 et 1878, ainsi que la description des instruments et des méthodes dont on a fait usage, et qui ont déjà fait l'objet de plusieurs communications antérieures par MM. Lœwy, Stephan et Perrier.

Ces quatre stations lointaines ont été exécutées dans les mêmes conditions de précision que celles de la côte ; toutefois, afin de diminuer les difficultés du transport, ainsi que pour éviter la construction d'un pilier dans des régions peu accessibles, tout en conservant une pendule à la station centrale d'Alger, on a employé, dans ces quatre stations, des chronomètres de Breguet, pourvus d'un contact électrique.

M. Perrier fait remarquer toutefois que les valeurs inscrites, et à peine publiées, des latitudes des stations algériennes faites, de 1875 à 1878, doivent déjà subir une correction additive notable, voisine de trois dixièmes de seconde d'arc, par suite de corrections apportées cette année aux déclinaisons moyennes pour 1880, des étoiles de latitude, empruntées au catalogue de la Société astronomique de Berlin. Cette correction correspond à un déplacement de 10 mètres environ vers le nord et modifie ainsi d'une manière brusque l'amplitude de nos arcs de méridien. Il est bien désirable que les déclinaisons des étoiles fondamentales soient enfin l'objet d'une détermination systématique, rationnelle, afin que les résultats acquis par la géodésie ne soient pas exposés à de pareilles variations.

Un résultat intéressant mérite d'être signalé. L'échange réciproque de signaux a permis de calculer le retard moyen de la transmission d'un signal, le long d'un conducteur aérien, de chronographe à chronographe, entre les stations conjuguées deux à deux, pour des distances comprises entre 414 kilomètres et 1236 kilomètres, et on a pu en conclure la vitesse de propagation des signaux par seconde.

On a ainsi trouvé que la vitesse moyenne de propagation d'un signal est voisine de 40 000 kilomètres, vitesse dont on peut se faire une idée en remarquant qu'un signal électrique pourrait parcourir en une seconde la circonférence de la terre.

M. F. Perrier fait connaître l'organisation de l'exploration militaire et géographique de la région comprise entre le haut Sénégal et le Niger. Il s'agit d'amener vers la côte le commerce intérieur de l'Afrique centrale, d'ouvrir un immense débouché aux produits de notre industrie et de faire pénétrer la civilisation dans ces régions lointaines, en y créant ou utilisant des voies de communication rapides, toujours praticables et sûres.

C'est le ministère de la marine qui a conçu le projet de cette vaste entreprise (dont nous avons déjà parlé dans notre précédent numéro, page 337), qui en a préparé les voies et les moyens, et qui est chargé d'en poursuivre l'exécution, avec les ressources que le parlement français a déjà mises ou mettra généreusement à sa disposition.

— M. *Trécul* rappelle que la plante, en produisant des rameaux de divers ordres, donne des épis de moins en moins riches en épillets. Les épis les premiers nés ont souvent quinze, seize et jusqu'à vingt et vingt et un épillets de chaque côté, tandis que les épis des dernières branches peuvent n'avoir que trois épillets dans chaque rangée, plus l'épillet terminal. Les mérithalles du rachis naissent de bas en haut ; mais, dans les épis de moyenne grandeur, l'accroissement prédominant de très bonne heure au sommet du rachis, ce sont les épillets supérieurs qui se développent les premiers. Les résultats nouveaux présentés par M. Trécul sont de nouvelles confirmations de ces faits.

— MM. *Ch. Girard* et *A. Pabst* ont pensé que les cristaux des chambres de plomb offriraient une source abondante et économique d'acide nitreux, et ils ont pu préparer en grand les corps diazoïques, l'amidoazobenzol et la nitroalizarine, en faisant réagir l'acide nitrososulfurique sur les dérivés amidés correspondants, ou bien l'aniline et l'alizarine.

Ils ont aussi pensé que l'application d'un mélange d'acide nitreux et d'acide nitrique à l'oxydation des produits sulfurés, gras et aromatiques, devait complètement les détruire : c'est ce que l'expérience a démontré pleinement. En faisant passer les gaz qui s'échappent soit dans la dessiccation des matières des vidanges, soit dans la transformation en sulfate de l'ammoniaque qui en provient, soit dans la carbonisation des matières animales par la calcination ou sous l'influence de l'acide sulfurique, on a pu oxyder et détruire complètement les produits odorants. Ces gaz se composent, comme on le sait, de produits entraînés mécaniquement par l'air chaud ou par la vapeur à l'état vésiculaire, et sont surtout formés d'indol et de scatol, de mercaptans et de cyanures ou isocya-

nures gras et aromatiques. Les égouts entraînant une quantité considérable de vidanges et communiquant avec les fosses d'aisances, on a pu constater, dans les gaz qu'ils entraînent, la présence d'une certaine quantité de ces corps.

— M. *Tempel* présente une note sur des observations de la comète Faye, faites à l'observatoire de Florence-Arcetri.

— M. *J.-M. Crafts* n'admet pas toutes les conclusions de la note de M. Pernet (6 septembre), à propos du déplacement du zéro dans les thermomètres. Il ajoute en outre quelques réflexions sur la question très importante de la fixité de l'intervalle entre les points 0° et 100°, qui dépend nécessairement de la fixité du coefficient de dilatation moyenne du verre entre ces limites.

On sait que le coefficient absolu de dilatation du verre, comme de tous les corps solides ou liquides, augmente avec la température; et ce n'est qu'à l'état gazeux qu'on observe le plus fort coefficient, qui reste presque fixe et qui est commun à tous les corps. On peut supposer que l'augmentation du coefficient de dilatation est due principalement à l'écart plus considérable des particules, qui diminue leurs attractions mutuelles (cohésion). Il est très probable, dit l'auteur, que le moindre changement de volume est accompagné par un changement du coefficient de dilatation, et qu'une étude très minutieuse pourrait révéler cette variation dans les thermomètres qui ont subi un petit déplacement permanent du zéro.

— M. *A. Ditte* a montré que la décomposition d'un sel par l'eau s'effectue suivant des lois tout à fait analogues à celles qui régissent la dissociation des corps par l'action de la chaleur, ou plutôt que ces dernières sont entièrement applicables aux phénomènes de dissociation par l'eau. Il a également établi que la présence d'un sel ou d'un acide étranger, sans action sur le sel qui se décompose, ne trouble pas plus la réaction que ne le fait la présence d'un gaz étranger dans une enceinte où se dissocie un corps, tel que le carbonate de chaux par exemple, c'est-à-dire que la dissociation d'un sel par une dissolution aqueuse, saline ou acide, s'effectue suivant les mêmes lois que la décomposition par l'eau pure. Il montre aujourd'hui que les lois de la dissociation par voie de dissolution sont les mêmes, quel que soit le liquide décomposant.

Les lois de la dissociation par la chaleur, conclut l'auteur, qui s'appliquent à la décomposition des sels par l'eau pure et par les dissolutions salines ou acides, s'appliquent donc encore à la décomposition par les alcools. Il ne paraît pas téméraire de penser qu'elles régissent, d'une manière générale, les décompositions des sels par voie humide, quel que soit d'ailleurs le dissolvant employé.

— M. *Bochefontaine* a fait de nouvelles expériences, dont il rend compte à l'Académie, sur l'action physiologique et thérapeutique de la grande ciguë.

La conine n'est pas absorbée par la muqueuse de l'appareil digestif chez le chien seulement; elle l'est encore chez l'homme, car, après avoir été donnée en potion à plusieurs individus, elle a déterminé de l'affaiblissement général et la disparition de violentes douleurs d'estomac. Quelques gouttes de cet alcaloïde appliquées directement sur certaines membranes muqueuses se sont comportées comme un analgésiant et même ont déterminé de la somnolence pendant plusieurs heures. Or de tels phénomènes ne sont pas produits par le curare.

L'auteur cite quelques expériences qui font ressortir d'autres dissemblances entre l'alcaloïde de la grande ciguë et le curare.

Il ressort de ces expériences que la conine diminue ou abolit les propriétés physiologiques des centres nerveux avant d'agir comme le curare sur la substance « jonctive nervo-musculaire (Vulpian) ». Sur le chien et sur la grenouille, cet alcaloïde finit toutefois par abolir l'excito-motricité nerveuse, s'il est donné en quantité suffisante; mais alors il est fatalement mortel pour les batraciens aussi bien que pour les mammifères.

L'action physiologique de cette substance est donc différente de celle du curare.

En résumé, l'action comparée de la grande ciguë et du curare semble pouvoir se formuler ainsi : la ciguë peut agir comme le curare, mais elle produit, en outre, des effets physiologiques qu'on n'observe pas chez les animaux soumis à l'action du curare.

— M. *Ed. Heckel* a observé que des phénomènes de pétalodie staminale se montrent exclusivement dans les variations 2° et 3° du convolvulus arvensis, et plus fréquemment dans la dernière. Ces monstruosités consistent dans la naissance, sur le dos du filet, d'une languette décolorée, verticale et parallèle à la partie supérieure de la corolle, ou réflexe et engagée dans son tube.

Jugeant que la fécondation directe devait avoir présidé à cette formation monstrueuse, il entreprit quelques expériences pour vérifier cette opinion. Il pratiqua des autofécondations sur les deux formes 1° et 3°, et la troisième génération lui a donné deux pieds sur six, atteints de monstruosité pétalodique, mais sur un filet seulement. Aucune altération corrélative de l'ovaire ne s'est montrée, comme c'est le cas du reste dans les monstres spontanés à une seule étamine pétalodique.

Quoi qu'il en soit, ces résultats, rapprochés de ceux que lui ont donnés comparativement les graines de la forme à fleur blanche livrée à elle-même et non autofécondée (graines qui ont fourni constamment des pieds à fleurs blanches sans difformité), permettent de croire que la pétalodie est le fait de la fécondation directe, longtemps continuée. Il s'ensuivrait que le procédé autogamique a pour résultat, chez les végétaux comme chez les animaux, mais à plus longue échéance chez les premiers, d'altérer les organes de la reproduction et de conduire à l'infécondité absolue.

BIBLIOGRAPHIE

Sommaire des principaux recueils de mémoires originaux.

The american journal of science (mai 1880). — *G.-K. Gilbert :* Sur les issues du lac Bonneville. — *T. Sterry Hunt :* Rapports chimiques et géologiques de l'atmosphère. — *A. Geikie :* Roches archéennes de Wahsatch. — *S.-L. Penfield :* Apatites contenant du manganèse. — *W.-E. Hidden :* Météorite du comté de Cleberne. — *T. Sterry Hunt :* Formation récente de quartz en Californie. — *Huggins :* Spectres photographiques des étoiles. — *C.-U. Shepard :* Sur le fer météorique. — *Josiah-P. Cooke :* Poids atomique de l'antimoine. — *Lawrence Smith :* Sur la géologie expérimentale de M. Daubrée. — *O.-D. Allen* et *W.-J. Comstock :* Bastnasite et tysonite du Colorado. — *Josiah-P. Cooke :* Sur le tartrate d'argent et d'antimoine. — *O.-C. Marsh :* Sternum des reptiles dinosauriens. — *B.-A. Gould :* Comète australe de février.

(Juin 1880). — *Arnold Guyot :* Structure et hypsométrie de la région des monts Catskill. — *W.-B. Dwight :* Explorations récentes

dans une vallée du comté de Dutchen. — *C.-A. Young* : Correctifs de quelques objectifs achromatiques. — *Asaph Hall* : Satellites de Sirius. — *J.-Lawrence Smith* : Météorite tombée dans le comté d'Emmet. — *J.-P. Cook* : Oxydation à l'air de dissolution d'antimoine dans de l'acide chlorhydrique. — *E.-S. Holden* : Relations entre les couleurs et les grandeurs des astres qui composent les étoiles doubles. — *R.-P. Whitfield* : Découverte de vrais Lingula dans les roches de Trenton. — *C.-F. Brackett* et *C.-A. Young* : Expériences sur le dynamomètre, la machine dynamo-électrique et la lampe d'Edison.— *Carey Lea* : Substances capables de développer une image photographique.

— Annales de chimie et de physique (octobre 1880). — M. *Berthelot* : Théorème des transformations successives en thermochimie; recherches sur l'eau oxygénée ; sur la décomposition de l'eau oxygénée en présence des alcalis et sur les dérivés du bioxyde de baryum; sur les hydrates du baryum; sur la stabilité de l'eau oxygénée; action de l'eau oxygénée sur l'oxyde d'argent et sur l'argent métallique; sur le trioxyde d'argent; observations sur la décomposition du permanganate de potasse par l'eau oxygénée ; nouvelles études sur l'acide persulfurique de sa formation par électrolyse. — M. *Moissan* : Sur les oxydes métalliques de la famille du fer. — M. *Dieulafait* : Sur le zinc, son existence à l'état de diffusion complète dans toutes les roches de la formation primordiale et dans les dépôts qui résultent de leur destruction. Conséquences primordiales de ce fait : 1° existence constante du zinc dans les eaux des mers modernes et des mers anciennes; 2° origine et mode de formation des minerais de zinc; 3° groupe des minerais à gangue de sulfate de baryte. — M. *Delachanal* : Analyse de l'eau de la source thermale de Bagnoles, de l'Orne, et des dépôts formés dans les conduites. — M. *Léon Foucault* : Description de son héliostat. — M. *A. Rosenstiehl* : Procédé Baeyer pour la préparation de l'indigotine par voie synthétique.

Publications nouvelles.

Traité de physique élémentaire, par *A. Angot*. — (Librairie Hachette.) S'il existe en ce moment un assez grand nombre de traités de physique, c'est que chacune des classes d'un lycée exige presque un traité spécial. Aujourd'hui surtout que, grâce aux réformes qui viennent d'être introduites, l'enseignement des sciences va devenir plus important, il est nécessaire, pour ne pas troubler les jeunes cerveaux des écoliers, de ne leur laisser entre les mains que les livres qui répondent exactement au programme suivi par le professeur. Le traité de notre collaborateur, M. Angot, est destiné à la classe de mathématiques élémentaires et renferme toutes les questions exigées pour le baccalauréat ès sciences. Ce traité, fort complet, ne dépasse pas pourtant les limites d'un volume. Toutes les nouvelles découvertes : téléphonie, machines Gramme, télégraphie Duplex, etc., y sont décrites simplement et clairement. En somme, nous ne saurions trop recommander la lecture de ce volume à tous ceux qui travaillent en vue du baccalauréat.

— Nouveaux éléments de médecine légale, par *E. Hofmann*, traduction par le docteur Emmanuel Lévy ; introduction et commentaires, par *P. Brouardel*. (Librairie J.-B. Baillière et fils.) — Cet ouvrage, aussi important par le sujet passionnant qu'il traite que par les noms de ses auteurs, a été divisé de la manière suivante : *première partie* : aptitude à la procréation, attentats aux mœurs et à la pudeur, grossesse et accouchement, attentats contre la santé et la vie; *deuxième partie* : articles de lois.

— Electric light, its production and use, by *Urquhart*. (London, Crosby Locwood and Co.) — L'éclairage électrique qui se développe si rapidement depuis quelques années dans les deux mondes nécessite une technologie spéciale. En France, où ce genre d'éclairage fut la première fois appliqué, nous possédons l'excellent traité de M. H. Fontaine. En Angleterre, M. *Urquhart* vient de faire paraître de son côté un ouvrage où se trouvent décrites toutes les machines magnéto-électriques et les lampes en usage pour la lumière électrique. Les descriptions sont fort élémentaires, les théories ne sont pour ainsi dire pas même présentées; ce livre s'adresse donc spécialement au nombreux personnel que le nouvel éclairage a dû créer autour de lui, pour procéder à son développement.

— Dictionnaire de chimie pure et appliquée, par *Ad. Wurtz*. (Librairie Hachette.) — Le deuxième fascicule du supplément (feuilles 11 à 20) renferme de nouveaux développements sur l'aniline, l'anthracène, l'antimoine, l'argent, la série aromatique, la théorie atomique, l'azote et la benzine.

CHRONIQUE

Les bibliothèques de l'Europe. — La *Revue scientifique* publiait, dans le numéro du 18 septembre 1880, une statistique des principales bibliothèques d'Europe, empruntée au *Statistische Monatschrift* de Vienne.

Le tableau comparatif du nombre des bibliothèques et des volumes qu'elles contiennent plaçait l'Autriche à la tête des autres nations, et la Grande-Bretagne n'occupait qu'un rang très inférieur dans le rapport du nombre des volumes à la population. Un correspondant du journal anglais, le *Manchester City News*, rappelant ce que nous avons publié à ce sujet, proteste aujourd'hui contre cette affirmation, qu'il considère comme erronée.

Suivant lui, on doit se demander si la méthode employée pour arriver à un résultat si flatteur pour l'Autriche a été suivie avec les autres nations? Si l'on divisait les richesses bibliographiques de l'Angleterre en six groupes, comme on l'a fait en parlant de l'Autriche, n'arriverait-on pas à un tout autre résultat? Croit-on, par exemple, malgré les difficultés d'une affirmation précise, qu'il n'existe pas plus de vingt-trois bibliothèques privées dans toute l'étendue de la Grande-Bretagne? (Ce chiffre était indiqué comme celui des bibliothèques privées en Autriche.)

Qui plus est, les chiffres donnés ne sont pas exacts.

Ainsi, le British Museum compte, dit-on, 1 000 000 de volumes et 41 200 manuscrits, et l'importance de la bibliothèque d'Oxford est estimée à 300 000 volumes.

Or, d'après les documents officiels, le British Museum possède *au moins* 1 300 000 volumes et 50 000 manuscrits.

A Oxford, la bibliothèque Bodleienne en contient 250 000.

Celle du Queen's College, 60 000.

La bibliothèque Radcliffe, réunie à celle des autres collèges de l'Université, en possède certainement plus que n'en indique la statistique.

Il faut donc n'accueillir qu'avec circonspection, dit en terminant le correspondant du *Manchester City News*, une statistique qui donne un peu trop vite, peut-être, à l'Autriche, la première place pour l'importance et la richesse de ses bibliothèques.

— La bobine d'induction aux États-Unis. — Il se présente en ce moment aux États-Unis un cas de propriété industrielle assez curieux. On sait que la bobine d'induction a été inventée en France, par MM. Masson et Breguet, en 1842, bien qu'elle ait porté plus tard le nom de bobine Ruhmkorff. En Amérique, c'est à Page qu'on attribue généralement, à tort ou à raison, cette invention. Or il se trouve que Page, mort déjà depuis une dizaine d'années, avait déposé une demande de brevet pour cet appareil, et ce n'est que depuis cinq à six mois à peine que la commission d'examen a accordé la patente.

La bobine d'induction, vieille déjà de près de quarante ans, s'est donc trouvée tout d'un coup brevetée. La *Western Union Company* a acheté le brevet à M[me] veuve Page, si bien qu'aujourd'hui, toutes les personnes qui utilisent cette bobine, soit dans le microphone, soit dans tout autre instrument, sont contraintes de payer une redevance à la compagnie américaine. Il nous semble que ce seul fait devrait porter le gouvernement des États-Unis à reviser sa législation industrielle, qui présente d'ailleurs d'autres défauts non moins caractéristiques. Un brevet américain, par exemple, ne peut être absolument valable en même temps que le brevet français correspondant.

— Etna. — Le professeur Silvestri a trouvé, dans une récente ascension qu'il a faite de l'Etna, que le sommet de ce volcan a été abaissé de 12 mètres par les derniers mouvements volcaniques. Sa hauteur actuelle, au-dessus du niveau de la mer, est de 3300 mètres. La circonférence du cratère, qui mesurait 1500 mètres, en mesure aujourd'hui 1800. Le plateau qui existait à 60 mètres au-dessous du cratère, du côté de l'est, a totalement disparu, et l'axe d'éruption qui, avant l'éruption de 1879, se trouvait à l'ouest du cratère, occupe maintenant son centre géométrique. La forme de ce cratère affecte en conséquence celle d'un entonnoir.

Le propriétaire-gérant : Germer Baillière.

PARIS. — Impr. J. CLAYE. — A. Quantin et C[ie], rue St-Benoît. [1573]

LA

REVUE SCIENTIFIQUE

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

REVUE DES COURS SCIENTIFIQUES (2^E SÉRIE)

DIRECTEURS : MM. ANTOINE BREGUET ET CHARLES RICHET

2ᵉ SÉRIE — 10ᵉ ANNÉE | NUMÉRO 17 | 23 OCTOBRE 1880

Paris, le 22 octobre 1880.

Il est certain que l'Association française et l'Association britannique doivent céder le pas, cette année, à l'Association américaine, dont le vingt-neuvième congrès tenu, comme on le sait, à Boston, vient d'emprunter un si grand éclat aux découvertes de M. Graham Bell. Une courte histoire de cette session ne sera donc pas sans intérêt.

Jamais les précédents meetings n'avaient réuni autant de membres, et jamais les sections n'avaient vu traiter devant elles des sujets aussi importants.

L'Institut de technologie et les bâtiments du Musée d'histoire naturelle avaient prêté leurs salles aux différentes sections. Les séances publiques avaient lieu dans le grand hall d'Huntington.

Le nombre des membres qui avaient déclaré leur présence au meeting étaient de près d'un mille (979 le 31 août). Le nombre des communications a été de 280, et l'Association a recruté 595 nouveaux membres.

Le bureau de l'Association était en communication téléphonique avec tous les points de Boston et de la campagne environnante, et les membres ordinaires avaient le droit d'employer gratuitement ces téléphones et, gratuitement aussi, les lignes télégraphiques de la Western Union Telegraph Company pour correspondre avec toute la province.

Le congrès était présidé par M. *Lewis H. Morgan,* de Rochester, bien connu pour ses recherches archéologiques.

Les travaux du congrès commencèrent le mercredi matin, 25 août. Le professeur *W.-B. Rogers,* président de l'Institut de technologie, et les autorités municipales souhaitèrent la bienvenue à l'Association dans de courtes allocutions, auxquelles répondit le président. Dans cette première séance, on dut aussi créer des sous-sections de chimie, une section d'anthropologie et une section de microscopie.

Dans l'après-midi, M. *Asaph Hall,* vice-président de la section de physique, prononça son discours inaugural sur les meilleures méthodes de recherches astronomiques, et dans la soirée, le professeur *G.-F. Barker* parla en séance générale des considérations modernes des phénomènes de la vie humaine.

La journée entière du jeudi fut consacrée à une excursion à Cambridge. M. *Alfred-M. Mayer* fit dans l'amphithéâtre de l'université Havard l'éloge du professeur *Joseph Henry* et *Alexander Agassiz* prononça un discours dont nous rendrons compte ultérieurement.

A la suite de cette séance, un repas de 900 personnes eut lieu dans Memorial Hall, et l'après-midi, l'Association visita les musées, les bibliothèques et les laboratoires. Le soir, un grand nombre de membres du congrès furent reçus à l'Observatoire par M. Pickering et dans l'hôtel de M. et Mᵐᵉ A.-Graham Bell.

C'est dans la soirée du vendredi que M. Bell donna communication, en séance générale, de son photophone et des découvertes qu'il a faites à cette occasion.

Le samedi, on visita le port de Boston.

Nous comptons donner sous peu à nos lecteurs au moins un résumé des principaux travaux présentés à cet important congrès.

L'Académie de médecine et l'Académie des sciences morales et politiques viennent de perdre un de leurs membres les plus dévoués. M. *Peisse* avait collaboré à un grand nombre de publications, parmi lesquelles nous citerons la *Revue des Deux Mondes,* le *National,* la *Gazette médicale.* L'illustre Royer-Collard, comme l'a rappelé M. Jules Guérin à l'Académie de médecine, disait de M. Peisse que c'était l'écrivain qui avait le mieux manié la langue philosophique. Il avait remplacé Cabanis à l'Académie des sciences morales et politiques.

OTOLOGIE

L'audition binauriculaire.

Lorsqu'on ne se sert que d'une seule oreille pour entendre un son, on distingue sa hauteur, son timbre et son intensité avec la plus parfaite netteté. On se rend compte pourtant que la sensation n'est pas complète et qu'il manque comme une quatrième qualité du son, sans qu'on puisse aisément définir ce qui fait défaut. Il semble que l'oreille ne perçoive qu'un seul côté des sons, comme un seul œil ne voit qu'une seule face des objets. Lorsque les deux oreilles sont employées en même temps, il se produit pour l'audition une sorte d'effet stéréoscopique. Les sons paraissent prendre une *solidité,* si je puis employer ce mot, qui n'est pas perceptible à l'aide d'une seule oreille.

La différence qui caractérise les auditions monauriculaires et binauriculaires se manifeste particulièrement quand il s'agit d'établir de quelle direction est parti un son.

Bien qu'une oreille puisse à la rigueur suffire pour déterminer cette direction, les deux oreilles permettent de faire cette détermination d'une manière bien plus parfaite.

J'ai pensé, il y a quelque temps, que ce phénomène stéréoscopique d'audition binauriculaire pouvait être reproduit artificiellement au moyen du téléphone, de la même façon que les effets de la vision binoculaire se produisent à l'aide du stéréoscope.

Afin de mettre ce projet à exécution, je disposai quatre téléphones comme le montre la figure 32. Les téléphones A, B étaient dans une chambre et les téléphones C, D dans une salle voisine. Les pavillons des premiers étaient opposés l'un à l'autre, comme les deux coquilles des oreilles d'une même personne, et les membranes de fer doux étaient séparées par une distance égale à celle des deux tympans. Les téléphones A et B étaient respectivement placés dans les circuits des téléphones C et D.

La personne qui écoutait à l'aide de ces derniers téléphones se trouvait alors dans les mêmes conditions que si ses deux oreilles eussent remplacé les téléphones A et B. Il s'agissait de constater si elle était ainsi capable de reconnaître d'où venaient les sons produits dans le voisinage de A et de B, de la même manière que si elle se trouvait elle-même remplacer les téléphones A et B.

Lorsque je portais à mes oreilles les téléphones C et D et qu'un aide parcourait la circonférence EFGHE en récitant des vers d'une manière continue, il me semblait qu'au lieu de décrire cette circonférence complète, mon aide rebroussait chemin après avoir parcouru une demi-conférence seulement.

Les expériences furent répétées en se servant d'une clochette que l'on agitait en marchant autour des téléphones.

Les résultats obtenus peuvent s'exprimer sous la forme suivante. Imaginons que les téléphones A, B soient au centre d'un globe sphérique projeté en EFGH, dont E et G seraient les pôles. Alors nous pourrons définir chaque point de la sphère par sa longitude et sa latitude; F et H deviendront deux points de l'équateur.

Supposons maintenant qu'il se produise un son dans le voisinage de A ou de B, nous pouvons en prendre les coordonnées sur la surface sphérique et représenter la direction du son, par rapport aux téléphones, par sa latitude et sa longitude.

Il fut ainsi établi que *l'observateur en C, D pouvait fixer avec assez d'approximation la latitude du son produit auprès de A, B, mais qu'il n'avait aucune idée de sa longitude.*

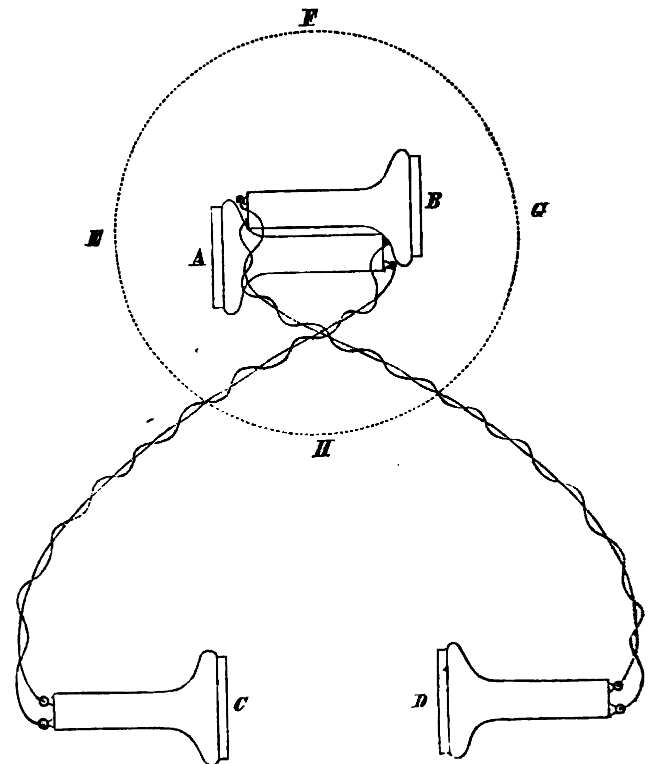


Fig. 32.

Des déplacements de la source sonore permettaient de contrôler ces conclusions avec la plus grande netteté. Si, par exemple cette source est promenée le long d'un des parallèles de latitude autour de A, B, l'observateur en C, D se forme au premier moment une idée de la direction d'où lui paraît venir le bruit, et, à partir de ce moment, cette direction ne lui paraît se modifier en aucune façon.

On peut aussi mouvoir la même source le long des méridiens, de manière à couper successivement différents parallèles de latitude; en C, D, le changement de direction du son est sensible, mais l'effet reste le même, quel que soit le méridien parcouru.

Si le son est enfin produit suivant un tracé capricieux et irrégulier, la sensation en C, D sera celle que semblerait donner un son déplacé en ligne droite, suivant une horizontale située devant la personne qui écoute et parallèle à l'axe qui joint ses deux oreilles.

Je dois rapporter encore quelques expériences entreprises

toujours en vue de déterminer le degré de sensibilité de l'oreille humaine à apprécier la direction des sons.

Pour atteindre ce but, un certain nombre de téléphones furent suspendus en différents points d'une même salle. Tous étaient en communication avec un commutateur, de telle sorte que le courant, interrompu à distance par un rhéotome, pouvait être envoyé dans l'un quelconque de ces téléphones par une manœuvre convenable du commutateur. Cette disposition avait pour objet de permettre de produire instantanément un bruit dans les diverses régions de la salle. Une personne se tenait au milieu, les yeux bandés et la tête dans une direction invariable. Elle devait indiquer de quel point lui paraissaient venir les sons produits à ses côtés.

Le plus souvent, les erreurs de direction étaient considérables, et l'on constata que l'observateur arrivait assez vite à reconnaître chacun des téléphones par son timbre particulier, et il s'ensuivait qu'il indiquait des directions semblables, quoique fausses, pour un même téléphone.

Afin d'éviter cet inconvénient, on n'employa plus qu'un seul téléphone, suspendu en différents points de la salle, pendant l'absence de l'observateur. Ce mode de procéder était extrêmement long, mais il me permit de dresser plusieurs tableaux d'expériences, qui fournissent des conclusions d'une assez grande netteté.

Tout d'abord, il est certain que le sentiment de la direction d'un bruit est moins parfait lorsqu'on ne se sert que d'une oreille que si l'on se sert des deux.

Cette direction se reconnaît d'autant mieux que le son se produit sur la ligne axiale des oreilles, et les indications sont d'autant plus erronées que le son provient d'une direction plus éloignée de cette ligne axiale. Lorsque la source sonore fait avec elle un angle de 90°, l'erreur angulaire va quelquefois jusqu'à 180°. Si le bruit a lieu au nadir de l'observateur, celui-ci est absolument incapable d'en définir la direction, ce qui peut provenir de ce que la réflexion des ondes sonores sur le sol amène un élément perturbateur dans le jugement qu'on cherche à se faire.

J'ai répété des expériences semblables sur un grand nombre de sujets et n'en ai pas trouvé un seul qui eût la moindre idée de la vraie direction d'un bruit produit au-dessous de lui.

La découverte du microphone par Hughes et l'invention des transmetteurs à charbon de Berliner, d'Edison et de Blake, ont permis de réaliser des instruments capables de révéler les sons les plus faibles, et j'ai eu l'occasion de répéter les expériences dont j'ai rendu compte plus haut, en remplaçant les téléphones A et B par des microphones de Blake. Ces deux transmetteurs étaient placés dos à dos, de manière qu'une distance de six pouces séparât leurs deux diaphragmes. Ils étaient assujettis sur un support, à la hauteur moyenne des oreilles.

Les résultats fournis par quelques expériences furent tout à fait concordants avec ceux qu'avaient donnés les téléphones. Mais on remarqua que, puisque les coquilles des oreilles étaient rarement parallèles et formaient un angle, il fallait, pour copier la nature, placer les transmetteurs de manière à former entre eux un angle de 45°.

On vérifia alors que le son produit en H paraissait plus faible que le même son produit en F, et lorsque quelqu'un parlait en marchant autour de A, B, sa voix semblait moins forte dans le trajet GHE que dans le trajet GFE, de sorte que l'observateur en C, D parvenait à distinguer si le son venait de devant ou de derrière lui, ce qu'il lui était impossible de faire auparavant.

Les deux transmetteurs n'étaient pas, à la vérité, complètement identiques, si bien qu'ils représentaient comme une personne ayant l'oreille gauche un peu dure. En les remplaçant l'un par l'autre, de manière à avantager l'oreille gauche, on s'habituait promptement à ces nouvelles conditions.

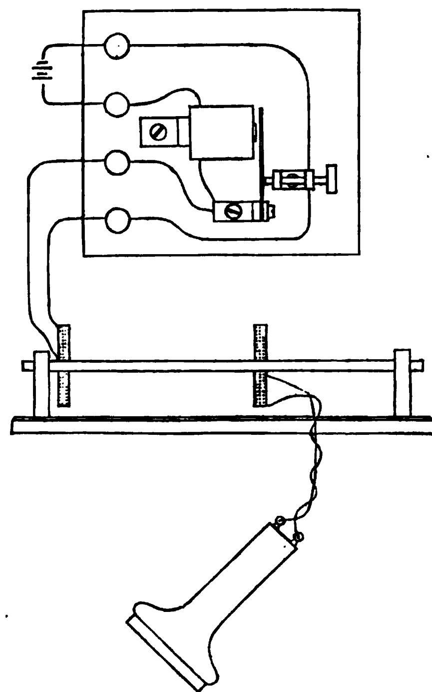


Fig. 33.

Dans le cours de ces recherches, j'ai été conduit à apprécier la puissance relative des deux oreilles d'une même personne, et la disposition qui m'a semblé préférable est la suivante (fig. 33) :

Deux bobines plates sont embrochées sur une même tige de bois. L'une d'elles est fixée à la tige d'une manière invariable, tandis que l'autre peut se rapprocher ou s'éloigner de la première en glissant. Ces deux circuits constituent de véritables circuits primaires et secondaires analogues à ceux d'une bobine d'induction, du genre Dubois-Reymond.

La bobine fixe est en communication avec un rhéotome ou interrupteur, situé à une certaine distance de l'appareil. La bobine mobile est reliée à un téléphone.

Lorsque les deux bobines sont amenées l'une contre l'autre, le téléphone donne un ton très intense, qui s'affaiblit de plus en plus, à mesure que le circuit secondaire s'éloigne du circuit fixe, et qui, pour une distance suffisante, cesse tout à fait d'être perçu.

L'expérimentateur plaçait le téléphone contre son oreille, puis écartait l'une de l'autre les deux bobines graduellement, jusqu'à ce qu'il n'entendît plus rien. Cet écartement mesurait la faiblesse de son ouïe. On avait donc ainsi un moyen de comparer le pouvoir auditif des deux oreilles d'une même personne ou des oreilles de différentes personnes.

ALEXANDER-GRAHAM BELL.

CHIMIE

ASSOCIATION FRANÇAISE POUR L'AVANCEMENT DES SCIENCES

Section de chimie.

Séance du 13 août 1880.

La section procède à la nomination d'un président et de son bureau.

M. *Wurtz* est nommé président;

M. *Henry*, professeur à la Faculté de Louvain, président honoraire;

MM. *Leblanc* et *Grandval*, professeurs à Reims, vice-présidents;

MM. *Petit* et *Ch. Girard*, secrétaires.

M. *Robinet* lit une note sur *le jaune des vins* qui affecte les vins blancs de raisins blancs et les vins blancs de raisins noirs. L'auteur a constaté deux phénomènes dans cette maladie. Dans le premier cas, le vin devient trouble et jaune; dans le second, le vin jaunit, mais reste limpide. La première cause serait due presque exclusivement à un nouveau mycoderme, que l'auteur appelle *mycoderma crocum;* le second cas, purement chimique et pouvant se produire à l'abri de l'air, serait dû à la transformation de l'acide tartrique en acide malique et enfin à l'action de l'acide malique sur la glycérine.

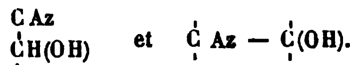
M. *Henry*, professeur de chimie à l'Université de Louvain, attire l'attention de la section sur la haute importance des données thermiques au point de vue des réactions de la chimie organique.

Les documents thermiques actuels permettent d'expliquer rationnellement un grand nombre de faits restés jusqu'ici à l'état empirique, et ils peuvent en même temps servir à prévoir des réactions nouvelles. M. Henry entre dans des développements étendus sur ce sujet et signale de nombreux exemples d'applications des données thermiques aux réactions des combinaisons organiques.

Il montre notamment que la loi d'addition de l'acide hypochloreux aux composés non saturés bivalents, présentant, de part et d'autre de la double soudure C=C, des chaînons hydrocarbonés non identiques, est parfaitement d'accord avec la loi du principe du travail maximum; à cette occasion, il développe, à l'aide de données numériques, la différence d'énergie négative des radicaux (OH) et Cl constitutifs de l'acide hypochloreux. Il expose en même temps les faits que l'on observe dans l'action de l'acide (OH)Cl et de l'eau oxygénée sur certains chlorures métalliques, tels que $MnCl^2$, etc.

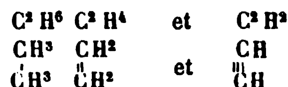
D'autre part, M. Henry fait ressortir les différences d'énergie que présentent comparativement le pouvoir additionnel du chlore et de son hydracide, celui de l'acide chlorhydrique et de l'acide iodhydrique, enfin celui de ce dernier corps et de ses solutions aqueuses à divers états de concentration. M. Henry fait voir ensuite qu'il existe un rapport certain entre la différence thermique des divers corps susnommés et l'énergie de leur pouvoir additionnel.

Continuant son exposé, M. Henry compare l'acide CHAz à l'acide $CH<^{O}_{OH}$. L'acide cyanhydrique est un composé endothermique, aussi jouit-il de la propriété de se fixer facilement sur les oxydes biatomiques, aldéhydes et acétones, pour les transformer en nitriles-alcools



L'acide formique est, au contraire, un composé exothermique, dont la formation, rapportée à ses éléments libres, est accompagnée d'un dégagement de chaleur considérable; aussi est-il dénué de ce pouvoir additionnel vis-à-vis des aldéhydes et plus encore vis-à-vis des acétones. M. Henry indique qu'il a pu chauffer pendant longtemps, en vase clos, du formiate d'éthyle avec de l'aldéhyde acétique sans pouvoir constater aucun phénomène de combinaison. — Cet insuccès était du reste prévu.

L'hydrocarbure fondamental étant CH^4, on en déduit, comme l'on sait, par la soudure de ses divers fragments CH^3, CH^2 et CH les hydrocarbures bicarbonés,



lesquels peuvent être regardés comme les points de départ de tous les autres hydrocarbures, tant saturés que non saturés, et par conséquent comme les générateurs de toutes les combinaisons organiques, quelles qu'elles soient.

De ces quatre hydrocarbures, il en est deux, CH^4 et $\overset{CH^3}{\underset{CH^3}{|}}$ qui sont incapables de réactions d'addition; les deux autres, $\overset{CH^2}{\underset{CH^2}{\|}}$ et $\overset{CH}{\underset{CH}{|||}}$, se caractérisent, au contraire, par leur pouvoir additionnel. M. Henry trouve la raison de cette différence fondamentale, essentielle, dans la différence d'état thermique de ces hydrocarbures, CH^4 et C^2H^6 étant des composés *exothermiques* moins propres encore à la réaction que leurs générateurs simples; tandis que C^2H^4 et C^2H^2 sont des composés *endothermiques*, ainsi que le prouvent les déterminations de M. Berthelot et les déterminations plus récentes de M. Thomsen.

Sur ce rapport, la différence d'énergie additionnelle qui existe entre C^2H^4 et C^2H^2, entre les composés non saturés, bi et tétravalents, est aussi en rapport avec la différence de quantité de chaleur emmagasinée dans ces corps.

A l'occasion de l'acétylène, M. Henry rappelle la quantité de chaleur énorme que perd ce composé, alors que, sous l'action de la chaleur, il se polymérise en se transformant en benzine; le peu d'énergie du pouvoir additionnel de cet hydrocarbure est en rapport direct avec cette perte de calorique latent.

M. Henry entre enfin dans diverses considérations sur le pouvoir additionnel du cyanogène.

M. *Leblanc* communique une note sur le pouvoir éclairant

du gaz pendant son parcours à travers le réseau de canalisation; il fait remarquer que, si le gaz est carburé par intermittence, le mélange est véhiculé à vitesse inégale, selon la densité des composants, les carbures les plus éclairants se trouvant les plus rapprochés de la source carburante.

M. Leblanc communique en outre une note sur un nouveau mode très ingénieux de fabrication d'eau de seltz ferrugineuse. Il introduit dans la douille du siphon une rondelle de fer oxydée, qui est rapidement attaquée par l'acide carbonique; on comprend facilement que, suivant le contact plus ou moins prolongé, on obtienne de l'eau plus ou moins chargée de fer.

En terminant la séance, M. Henry rappelle que l'on a signalé, dans ces dernières années, diverses combinaisons formées par le chlorure d'acétyle avec des chlorures métalloïdiques.

M. Henry expose qu'il y a longtemps déjà il a obtenu, en voulant préparer $CH^2Cl - COCl$ par l'action du chlore gazeux sur C^2H^3OCl en présence de l'iode, une belle combinaison de C^2H^3OCl avec le chlorure d'iode.

C'est un corps solide, d'un jaune citrin, insoluble dans l'éther anhydre et le sulfure de carbone, se sublimant sans résidu et sans pression vers 160-170°, facilement décomposable par l'eau, l'alcool, etc.

L'analyse a montré que ce corps renferme un chlorure d'iode supérieur à ICl^3.

Séance du 14 août 1880. — Présidence de M. Henry.

M. *Petit* fait une communication sur les sucres contenus dans certains végétaux et principalement dans les feuilles de vignes. Les méthodes qui ont permis de déterminer l'état et la quantité du sucre contenu dans les divers fruits et feuilles ont été, après la saturation du jus par la craie, la fermentation, le procédé polarimétrique et la liqueur de Fehling. — L'auteur a pu ainsi établir que les sucres existants étaient formés en grande partie par de la saccharose et par du sucre interverti.

M. *Roussel* adresse une note sur un bleu d'antimoine et sur un nouveau mode de dosage de ce métal.

MM. *Lajoue* et *Grandval* entretiennent la section sur la préparation, les propriétés et la constitution des salicylates en général, et particulièrement sur les salicylates mercureux et mercuriques.

Ces corps sont préparés par double décomposition avec du salicylate de soude et du chlorure mercureux ou mercurique. Une des propriétés remarquables de ces salicylates et principalement du salicylate mercurique neutre, c'est la difficulté de constater le mercure par les réactifs ordinairement employés pour déceler ce métal, voire même l'acide sulfhydrique.

M. *Leblanc* indique les moyens pratiques pour déterminer rapidement les proportions de soude et de chaux caustique, pour précipiter les sels calcaires dans les eaux destinées aux usages industriels.

M. *Henry* expose succinctement les résultats de ses recherches récentes sur le *dipropargyle* C^6H^6; cet hydrocarbure, qu'il a découvert en 1872, est isomérique avec la benzine.

Il a constaté que, dans l'action de la potasse alcoolique sur le diallyle bibromé $\begin{matrix} C^3H^4Br \\ | \\ C^3H^4Br \end{matrix}$, il se produit en même temps que le dipropargyle $\begin{matrix} C^3H^3 \\ | \\ C^3H^3 \end{matrix}$ un produit intermédiaire résultant de l'élimination d'une seule molécule d'acide bromhydrique et répondant à la formule $\begin{matrix} C^3H^4Br \\ | \\ C^3H^3 \end{matrix}$. C'est un liquide fortement odorant, bouillant vers 160°, et qui lui paraît être constitué par deux composés isomères, dont l'un est *le diallylène* monobromé C^6H^7Br. Ce corps possède des propriétés acétyléniques; soumis à l'action de la potasse alcoolique, il se transforme en dipropargyle.

M. Henry rappelle à cette occasion que, dans le cours de ses recherches sur le diallyle, M. Wurtz a déjà signalé l'existence de composés résultant d'une saturation incomplète de ce corps et notamment de l'addition d'une seule molécule d'hydracide halogéné. Ces faits tendraient à faire croire que le diallyle C^6H^{10} n'est pas formé de deux moitiés symétriques. Il réserve son opinion sur ce point, en attendant que des faits nouveaux aient jeté quelques lumières nouvelles sur la constitution de ce composé.

Dans le but d'obtenir le dipropargyle dans un état de pureté absolu, M. Henry a décomposé par l'acide chlorhydrique le composé cuivreux.

Ce procédé donne de mauvais rendements; une partie du produit se résinifie, une autre se transforme en un hydrocarbure polymère $(C^6H^6)^n$ que M. Henry se réserve d'examiner. Ce polymère est solide et cristallise en paillettes ressemblant à la naphtaline, et dont le point de fusion est au-dessous de 100°.

M. Henry a constaté que l'iode dissous dans l'iodure de potassium se combine facilement au dipropargyle; le produit d'addition est le tétraiodure $\begin{matrix} C^3H^3I^2 \\ | \\ C^3H^3I^2 \end{matrix}$; c'est un beau corps solide, blanc, fort peu soluble dans l'éther, plus soluble dans le sulfure de carbone d'où il cristallise en prismes allongés, fusibles à 111° et peu altérables à la lumière. M. Henry présente un échantillon de dipropargyle retiré du composé cuivreux dont M. Berthelot doit déterminer la chaleur de combustion. Vu l'énergie du pouvoir additionnel de ce composé, M. Henry s'attend à ce que la chaleur de combustion du dipropagyle soit beaucoup plus élevée que celle de son isomère, la benzine, dans laquelle le pouvoir additionnel est singulièrement atténué et qui n'a conservé qu'une faible partie de la chaleur de combustion des trois molécules d'acétylène auxquelles elle correspond. M. Henry présente également un échantillon d'un tétraiodure de propargyle, un échantillon du polymère $(C^6H^6)^n$, et attire surtout l'attention de la section sur des cristaux de grandes dimensions très bien définis d'octobromure de propargyle $C^6H^6Br^8$, qui s'obtiennent avec la plus grande facilité par l'évaporation spontanée de la solution de ce composé dans le sulfure de carbone.

M. Henry ayant eu occasion de préparer de notables quantités d'iodure d'allyle par la réaction du phosphore ordinaire sur la glycérine en présence de l'iode, d'après les indications de M. Suytziff, a constaté que, dans cette réaction, il se produit une quantité, qui, sans être notable, est pourtant très appréciable, d'alcool allylique C^3H^5OH. Cet alcool allylique lui paraît être le témoin de la réaction véritable à la suite duquel prend naissance l'iodure d'allyle dans ces circonstances. Introduisant par petites portions le phosphore dans la glycérine et l'iode, il croit qu'il ne se forme pas de la triodhydrine $C^3H^5I^3$, laquelle se dédoublerait en $C^3H^5I + I^2$, mais de la diiod-

hydrine $C^3H^5 \langle^{OH}_{I^2}$, laquelle se dédouble en iode libre et en alcool allylique C^3H^5OH qui subi ultérieurement, quoique d'une manière incomplète, l'action éthérifiante de l'iodure de phosphore.

Il a constaté, par une expérience directe, que cet alcool allylique n'est pas le résultat de l'action de l'eau sur l'iodure d'allyle. Cet iodure peut être chauffé pendant plusieurs heures sous pression avec de l'eau vers 150° sans être décomposé.

Séance du 16 août 1880. — Présidence de M. Henry.

M. *Guillemait* expose ses idées théoriques sur la chlorophylle, son mode d'extraction au moyen de liqueurs alcalines (soude) et sur son application au verdissage des légumes jaunis par la coction. Le point particulièrement intéressant de sa communication est la facilité avec laquelle la chlorophylle purifiée se précipite sur les légumes par l'ébullition en présence d'un sel neutre (chlorure de sodium). Le verdissage des légumes par la méthode de M. Guillemait présente un avantage certain sur le verdissage au cuivre dont l'innocuité n'est pas démontrée.

M. *Masson* fait connaître les points principaux d'un long et intéressant travail sur les matières colorantes et albuminoïdes de l'urine. L'heure avancée de la séance ne permet pas de compléter la lecture de ce travail, dont l'audition est renvoyée à une séance prochaine.

M. *Boutmy* présente en son nom et en celui de M. *Brouardel* le résumé d'un travail sur l'existence et le développement des alcaloïdes cadavériques (Ptomaïnes) dont voici le résumé.

Au cours de la décomposition cadavérique, il se forme certaines substances alcalines que l'on a nommées *ptomaïnes*.

L'existence des ptomaïnes a été contestée : c'est à tort, disent les auteurs; et, pour appuyer cette manière de voir, ils recherchent les ptomaïnes :

1° Dans les viscères d'individus morts en dehors de tout empoisonnement;

2° Dans les viscères d'individus morts par empoisonnement.

Sans rapporter ici les nombreuses expériences auxquelles MM. Brouardel et Boutmy se sont livrés, nous nous bornerons à faire connaître les deux faits suivants, qui démontrent sûrement l'existence des ptomaïnes :

A. — Les organes d'un individu asphyxié par l'oxyde de carbone sont analysés quelques heures après la mort; on les trouve exempts de poison. On examine huit jours après les mêmes viscères et l'on constate qu'ils contiennent une base organique solide, présentant les caractères généraux des alcaloïdes, et capable enfin de tuer à petites doses les grenouilles et les cobayes.

Il est donc certain que la putréfaction donne naissance à des alcaloïdes, même en dehors de tout fait d'empoisonnement.

B. — Dans le second cas, les auteurs découvrent une ptomaïne vénéneuse chez un sujet empoisonné par l'acide arsénieux et se trouvent sur ce point en parfait accord avec M. le professeur Selmi (de Bologne), qui rencontre la même ptomaïne chez deux individus morts aussi par l'action de l'acide arsénieux.

L'on voit que la formation de ces ptomaïnes peut avoir lieu aussi bien chez l'individu mort sans ingestion de poison que chez celui qui a été intoxiqué, dût le toxique présenter, comme l'acide arsénieux, des propriétés antiseptiques énergiques.

On prévoit dès ce moment l'importance des ptomaïnes dans les cas d'expertises médico-légales et l'intérêt que présente l'étude du mode de formation de leur nature, de leur composition, et dans le cas d'une recherche ordonnée par la justice, des moyens à employer pour s'opposer à leur production dans le laps de temps qui s'écoule inévitablement entre l'autopsie et le moment où l'on procède à l'analyse des viscères.

Voici les premiers résultats auxquels sont arrivés MM. Brouardel et Boutmy en s'engageant dans cette voie.

Les propriétés générales des ptomaïnes sont celles des alcaloïdes organiques et le plus souvent leur action toxique ne le cède en rien à celle des poisons les plus énergiques.

Il existe plusieurs ptomaïnes distinctes qui présentent une différence complète d'ordre chimique et d'ordre physiologique, et pour ne parler ici que d'un seul point de cette question, certaines d'entre elles sont des poisons violents, tandis que d'autres ne sont pas toxiques. On peut dire d'une manière générale que les ptomaïnes sont vénéneuses six fois sur dix.

Chaque cas de putréfaction ne paraît pas donner naissance à des ptomaïnes distinctes, car les auteurs ont retrouvé le même alcaloïde dans les cadavres d'individus morts dans des conditions absolument différentes. L'expérience a permis par exemple de constater l'existence de la même ptomaïne chez deux individus intoxiqués, l'un par l'oxyde de carbone, l'autre par l'acide prussique.

Les ptomaïnes sont le plus souvent volatiles; cependant il peut exister des cas où elles présentent de la fixité. Les auteurs ont retrouvé en effet une ptomaïne analogue à la vératrine dans un cadavre qui avait séjourné dix-huit mois dans l'eau de la Seine et ils en ont rencontré une seconde dans une oie qui avait supporté l'action de la chaleur nécessaire à la cuisson.

Les ptomaïnes, ou au moins certaines ptomaïnes, sont toxiques pour l'homme. On a en effet constaté que douze personnes qui avaient dîné avec une oie corrompue et renfermant une ptomaïne liquide analogue à la conicine ont éprouvé tous les symptômes d'un grave empoisonnement; l'une d'elles a même péri en quelques heures après des nausées et des vomissements nombreux et sans qu'il existât un autre fait que l'absorption de la ptomaïne pour expliquer la mort.

On peut donc conclure de là que les ptomaïnes peuvent déterminer la mort de l'homme comme elles le font pour les animaux.

Les ptomaïnes prennent naissance souvent avec rapidité, puisque dans ce dernier exemple l'oie avait été achetée au marché le matin même du jour où a eu lieu l'empoisonnement et avait subi l'inspection réglementaire.

Le fait de l'individu mort par asphyxie, et chez lequel les ptomaïnes apparaissent au bout de huit jours, est également une preuve de la rapidité avec laquelle s'engendrent les ptomaïnes.

D'après les auteurs, l'un des obstacles les plus efficaces à opposer à la formation des ptomaïnes, est le refroidissement, et l'on dispose en ce moment à la Morgue des chambres à air glacé, dans lesquelles les cadavres seront conservés sans

altérations nouvelles jusqu'au moment où l'on pourra procéder à l'expertise.

Ce sont là les premiers résultats du travail long et difficile que viennent d'entreprendre MM. Brouardel et Boutmy; les faits s'accumulent sous leurs mains et permettront sans aucun doute de résoudre les difficultés sérieuses qu'a fait naître pour l'exposition médico-légale la découverte des ptomaïnes.

M. *Perret* dépose sur le bureau trois échantillons de suc de *Carica papaya* dans un état de purification plus ou moins complet; il rapporte sommairement les travaux de MM. Wurtz et Bouchut, qui ont établi que ce suc, à la manière des pepsines, transformait rapidement la caséine et la fibrine en peptones solubles. Suivant le désir de M. Perret, les trois échantillons dont il vient d'être question restent à la disposition des membres qui voudraient bien faire quelques essais.

Séance du 18 août 1880. — Présidence de M. Wurtz, membre de l'Institut.

M. *Wurtz* présente un travail de M. Daniel Klein sur les acides borotungstiques et les borotungstates, dans lequel l'auteur fait ressortir que, malgré les recherches de trois grands maîtres, Laurent, Scheibler et Marignac, l'histoire de la chimie du tungstène est encore loin d'être élucidée.

M. Klein a préparé une série de borotungstates et les acides borotungstiques correspondants. — Nous citerons parmi ces remarquables produits :

1° Les boroduodécitungstates. — *Le sel de potasse.* — $Bo^2O^3, 12\,TuO^3, 2K^2O, 2H^2O + 15\,Aq$, a été préparé en faisant bouillir une solution de pentamétaborate potassique $Bo^5O^{10}KH^4 + 2H^2O$ avec un excès d'hydrate tungstique pendant plusieurs heures et séparant l'acide borique mis en liberté par des cristallisations répétées. Le boroduodécitungstate se concentre dans les eaux mères. On le purifie par cristallisation et par lavage à l'alcool. Ce sel perd 15 molécules d'eau à 100°, une molécule de 100° à 190°. La molécule restante n'est chassée qu'au rouge sombre.

Le boroduodécitungstate quadripotassique.



$$4K^2O, 12\,TuO^3, BO^2O^3 + 21\,Aq,$$

a été isolé des eaux mères du sel précédent.

Borodécitungstate bibarytique $10\,TuO^3, Bo^2O^3, 2BaO + 22\,Aq$. Ce sel a été obtenu par le mélange des solutions bouillantes et concentrées de boroduodécitungstate de potassium et de chlorure de baryum. Il cristallise en gros octaèdres ressemblant beaucoup au métatungstate de baryum décrit par M. Scheibler; l'auteur n'est pas encore fixé sur la question de savoir s'il contient de l'eau de constitution, ni sur la réaction qui le fournit, en partant du boroduodécitungstate.

2° Les tungstoborates. — *Tungstoborate bibarytique.* — S'obtient en faisant dissoudre dans cinq parties d'eau bouillante une partie de tungstate de soude et une partie et demie d'acide borique ordinaire $Bo\left\{\begin{matrix}OH\\OH\\OH\end{matrix}\right.$; la liqueur abandonne successivement par concentration du borax et des polyborates de sodium. Il ne se sépare pas d'acide tungstique. Finalement, on obtient une eau mère visqueuse et dense qui, par évaporation spontanée, se prend à la longue en masse poisseuse blanchâtre. — Cette masse, traitée par l'acide chlorhydrique et additionnée d'une solution bouillante et concentrée de chlorure de baryum, a donné un sel cristallisé correspondant à la formule $9\,TuO^3Bo^2O^3, 2BaO + 18\,Aq$; l'auteur n'a pu encore établir si les cristaux étaient identiques ou isomorphes avec le métatungstate de baryum.

Tungstoborate bipotassique $9\,TuO^3, Bo^2O^3, 2K^2O, 2HO + 11\,Aq$, se prépare comme le sel précédent.

3° Acide tungstoborique. — $9TuO^3, Bo^2O^3, 2HO + 20\,Aq$, a été obtenu à l'aide de son sel mercureux, qui est insoluble, ou de son sel barytique. Cet acide est soluble dans l'eau, d'où il se dépose sous forme de beaux octaèdres jaunâtres, non modifiés. Il fond au-dessous de 50°.

En terminant, l'auteur fait remarquer que, dans la décomposition du tungstate de potassium par l'acide borique, il n'y a pas séparation d'acide tungstique et on obtient, outre le tungstoborate de potassium, une série de sels dont il se réserve l'étude. Le caractère saillant des borotungstates est leur grande stabilité en présence des acides.

Les analyses de ces curieuses combinaisons ont été contrôlées par la quantité d'anhydride carbonique déplacée en fondant ces composés avec du carbonate de sodium, la quantité d'anhydride carbonique chassée étant exactement la quantité théorique (une molécule d'anhydride borique déplace deux molécules d'anhydride carbonique).

M. *Petit* expose à la section les procédés qui lui permettent d'obtenir des pepsines douées d'une grande activité.

Il résulte de ses expériences que divers acides, et en particulier les acides acétique, butyrique et valérianique, ne facilitent pas la transformation de la fibrine en peptone comme l'acide chlorhydrique. Il a constaté en outre que les solutions alcooliques faibles dissolvent facilement la pepsine et ne s'opposent pas à son action sur les corps albuminoïdes.

M. Wurtz fait remarquer à ce sujet que la papaïne digère rapidement et complètement une très grande quantité de fibrine et qu'elle résiste bien mieux aux réactifs que la pepsine, qui semble perdre, au fur et à mesure qu'on la purifie, ses propriétés dissolvantes.

M. *Friedel* communique, en son nom et en celui de M. *Crafts,* le résultat de leurs recherches *sur la synthèse de l'hexaméthylbenzine* et *de l'acide mellique.* Il rappelle au préalable les travaux de Baeyer, qui ont prouvé que l'acide mellique dérive de la benzine au même titre que l'acide benzoïque, avec cette différence que l'acide benzoïque renferme une fois le groupe $(CO^2H)'$ remplaçant H, tandis que l'acide mellique renferme six fois ce même groupe $(CO^2H)'$, remplaçant les six atomes d'hydrogène de la benzine.

D'après ces faits, il était facile de prévoir que, si dans l'hexaméthylbenzine, qui renferme six groupes $(CH^3)'$, remplaçant les six atomes d'hydrogène de la benzine, on parvenait à transformer ces six groupes méthyles en autant de carboxyles, on obtiendrait l'acide mellique.

Les auteurs ont obtenu l'hexaméthylbenzine en faisant passer pendant longtemps un courant de chlorure de méthyle dans de la benzine ou bien mieux dans du toluène (méthylbenzine) légèrement chauffé en présence du chlorure d'aluminium.

Ils ont ainsi pu préparer une série de carbures bouillant au-dessus de 190°, point d'ébullition de la benzine tétraméthylée (durol). C'est dans cette partie lourde que s'est déposé un magma cristallin. Ce dernier, pressé entre des doubles de papier buvard, puis fractionné plusieurs fois dans un ballon à long col, auquel est soudé à la partie supérieure du col un

tube latéral, a permis à MM. Friedel et Crafts d'isoler des parties bouillant d'une manière constante à 190°, 225° et 264°. La première fond à 110°, c'est le durol; la seconde à 50°, c'est la pentaméthylbenzine; la troisième à 164°, c'est l'hexaméthylbenzine.

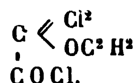
Pour transformer l'hexaméthylbenzine en acide mellique, MM. Friedel et Crafts ont fait d'abord réagir sur ce carbure l'acide nitrique légèrement étendu d'eau. Ils ont eu ainsi un produit présentant quelques caractères de l'acide mellique et fournissant un *sel d'argent* dont la composition se rapprochait du mellate d'argent.

Mais ce mode d'oxydation ne donne que de très petites quantités d'acide mellique, mélangé d'acide oxalique et d'autres acides cristallisables. Du reste, la théorie permet facilement de prévoir le grand nombre d'acides différents qui peuvent se former dans cette oxydation. Le nombre des acides méthylés et carboxylés, avec substitution totale de six atomes d'hydrogène de la benzine, ne doit pas être moindre de douze, sans tenir compte de ceux qui peuvent se former avec oxydation complète et séparation d'un certain nombre de groupes méthylés.

MM. Friedel et Crafts ont été assez heureux pour tourner cette difficulté, en remplaçant l'acide nitrique par le permanganate de potasse en solution aqueuse. L'hexaméthylbenzine, finement pulvérisée, est abandonnée pendant plusieurs mois avec la solution aqueuse et froide de permanganate de potassium; il se dépose une grande quantité d'oxyde de manganèse et la solution reste, après ce temps encore, légèrement colorée. On ajoute alors un peu d'alcool pour décolorer complètement la solution, on filtre, puis on évapore à sec au bain-marie. Cette masse saline renferme un peu d'acétate de potassium, provenant de l'oxydation de l'alcool et un autre sel présentant les mêmes réactions que le mellate de potassium préparé avec l'acide naturel.

M. *Louis Henry* attire l'attention de la section sur un nouveau dérivé du *groupe oxalique*.

Ce corps, complexe par sa constitution et ses fonctions, pourrait être appelé le chlorure de bichloro-oxalovinyle et représenté par la formule :

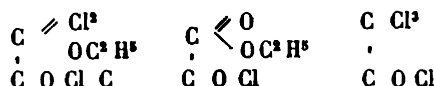


Ainsi que M. Henry l'a déjà fait connaître précédemment (1), ce corps résulte de l'addition de l'oxygène gazeux et sec à l'éthylène trichloro-éthyloxylé $\overset{\displaystyle C < {Cl \atop OC^2H^5}}{\underset{\displaystyle CCl^2}{\vert}}$, lequel provient de l'action de la potasse alcoolique sur l'éther tétrachloré $\overset{\displaystyle C < {Cl \atop OC^2H^5}}{\underset{\displaystyle CCl^2}{\vert}}$ dont on connaît l'origine et la dérivation du chloral.

M. Henry a isolé ce composé à l'état de pureté et a obtenu, à l'analyse, des chiffres correspondant à la formule ci-dessus. Ce produit est liquide, incolore, plus dense que l'eau, exhalant une odeur suffocante et distillant facilement. Il est remarquable par la facilité avec laquelle il réagit avec les composés hydrogénés et métalliques : l'eau, l'ammoniaque, les amines, les alcools, les alcools sodés, l'acétate potassique, etc. Abandonné à l'air humide, il se transforme rapidement en acide oxalique en dégageant des fumées abondantes.

L'auteur pense que ce composé sera le point de départ de composés oxaliques nombreux et nouveaux. Il rappelle que l'action de l'urée sur le chlorure d'oxalovinyle lui a permis de réaliser la synthèse de l'acide oxalurique; le composé actuel $\overset{\displaystyle C \leqslant {Cl^2 \atop OC^2H^5}}{\underset{\displaystyle COCl}{\vert}}$, qui offre des points de réaction sur l'urée plus nombreux que le corps ${CO\,(OC^2H^5) \atop CoCl}$, lui permettra d'obtenir, sans doute, des dérivés uréiques plus riches en azote que l'acide oxalurique. L'étude de ces réactions est, du reste, déjà commencée, et M. Henry pense pouvoir l'achever rapidement.

Il est facile, du reste, d'après le rapprochement des formules suivantes :



de voir que ce corps est le chlorure d'oxalovinyle, dans lequel O est remplacé par Cl^2; de là son nom.

Il peut pourtant être envisagé comme du chlorure d'acétyle, dans lequel un atome de chlore serait remplacé par le groupement éthoxyle OC^2H^5, et être désigné sous le nom de chlorure d'acétyle bichloro-éthyloxylé.

M. Henry insiste et fait ressortir que le point d'ébullition de ce corps étant inférieur à celui de son composé générateur ${CCl\,(OC^2H^5 \atop \dot{C}Cl^2}$, lequel est 154 — 155°, il n'y a pas lieu de s'en étonner puisque l'on est sorti de la *série éthylénique* ${C = \atop \dot{C} =}$ pour entrer dans celle de l'éthane, c'est-à dire dans le groupement ${C \equiv \atop \dot{C} \equiv}$, séries essentiellement distinctes.

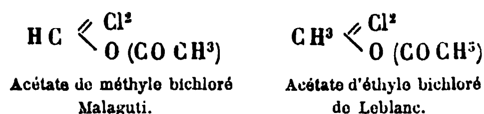
M. Henry entre dans diverses considérations sur le point d'ébullition de ce corps, par rapport à celui d'autres composés oxaliques et acétiques.

Il fait remarquer en même temps la différence de stabilité qu'il y a entre les composés haloïdes simples et ceux qui renferment en même temps que Cl, Br, fixés sur le même atome de carbone, soit de l'oxygène, soit des groupements oxygénés.

Les systèmes simples $CHCl^2$ aldéhydique et CCl^3 nitrilique se distinguent par une stabilité relative; les systèmes mixtes, au contraire, où une partie du chlore est remplacée par un groupement oxygéné, ont une aptitude singulière à entrer en relation, et déjà à la température ordinaire, ils sont décomposés par l'eau avec dégagement de HCl. C'est là un fait de statistique chimique certainement digne d'attention, que M. Henry se proposait d'indiquer, parmi beaucoup d'autres, dans sa communication annoncée sur la solidarité fonctionnelle. En fait, si par le chaînon COCl qu'il renferme, le composé est chlorure acide; — par le chaînon $C < {Cl^2 \atop OC^2H^5}$ ce composé remplit une fonction spéciale qui, aux yeux de M. Henry, est nouvelle; aussi le nom de bichloro-oxyéther pourrait-il, peut-être, servir à le désigner, et ranger dans ce

(1) Voir le volume du congrès de Montpellier.

groupe les anciens produits résultant de l'action du chlore sur les éthers organiques, par exemple :



Acétate de méthyle bichloré Malaguti. Acétate d'éthyle bichloré de Leblanc.

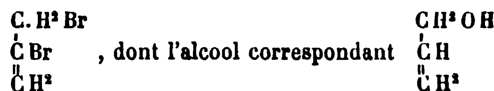
M. Henry demande à garder la parole et indique un mode nouveau et facile de préparation de l'alcool allylique monobromé $C^3H^4Br — OH$.

Il rappelle que l'alcool propargylique $C^3H^3(OH)$ résulte de l'action de la potasse aqueuse sur l'alcool allylique monobromé. Ce dernier est engendré lui-même par la saponification de son acétate $C^3H^4Br — C^2H^3O^2$, lequel prend à son tour naissance lors de la réaction du bromure d'allyle bromé (épibromhydrine) sur l'acétate de potasse alcoolique.

La série de transformation est, comme on le voit, longue entre C^3H^4Br et C^3H^4BrOH.

M. Henry a réussi à l'abréger considérablement en supprimant deux des opérations précédentes. A cet effet, il chauffe pendant quelques heures en vase clos, vers 130 à 140°, avec une quantité d'eau notable, et mieux encore avec de l'eau légèrement alcalinisée, le corps $C^3.H^4.Br.Br.$ qui se transforme facilement en $C^3H^4Br — OH$. dont l'extraction et la purification deviennent très faciles.

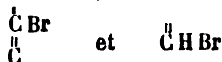
Au contraire, dans l'action de Na, sur $C^3H^5Br^3$ dans l'éther, il se forme un bromure d'allyle monobromé homogène, bouillant à 144°, dont la constitution est, à cause de son point d'ébullition, peu élevée par rapport aux autres :



bout à 155°.

Cette réaction est encore intéressante en ce sens que, comme celle qui sert à préparer l'acétate $C^3H^4BrC^2H^3O^2$, par C^3H^4Br, Br sur $KC^2H^3O^2$, elle montre très bien la différence qu'il y a entre les produits haloïdes de substitution correspondant aux hydrocarbures non saturés, suivant que la substitution a été réalisée dans un chaînon hydrocarburé où l'atome de carbone est réuni à son voisin par une seule ou par une double soudure.

Les premiers, tels que CH^2Br, sont de véritables éthers haloïdes ; les seconds, tels que



ont le caractère *phénolique,* c'est-à-dire sont incapables de faire la double décomposition ou ne le font que très difficilement.

M. Henry termine cette série intéressante de communications par un exposé.

L'ordre du jour étant épuisé, la section a procédé à la nomination de son président pour 1881.

M. *Friedel* est nommé président par acclamation.

M. *Violette,* professeur à Lille, membre du conseil.

GÉOGRAPHIE

ASSOCIATION FRANÇAISE POUR L'AVANCEMENT DES SCIENCES

Section de géographie.

C'est M. le général *Parmentier,* nommé président en 1879 pour la session de 1880, qui a dirigé les travaux de la section.

Comme vice-présidents, ont été élus : MM. *Henri Duveyrier* et le lieutenant-colonel *Debize,* et, comme secrétaires : MM. *Jackson,* secrétaire de la Société de géographie de Paris, et l'abbé *Thiridez,* ancien aumônier de la marine. M. le général *Ricci* et M. *Moreno* ont été nommés présidents d'honneur.

M. l'abbé *Thiridez* fait une communication sur la *géographie minéralogique de la Nouvelle-Calédonie.* Il décrit la vallée du Diahot et les terrains anciens du nord et du nord-est de l'île, où se trouvent les gisements d'or et de cuivre actuellement exploités. Les plus importantes de ces mines sont celles de Balade, d'Oégoa et de Pondolai. On y trouve des filons qui rendent jusqu'à 52 pour 100 de métal. M. *Thiridez* signale toutefois principalement les mines de nickel, qui produisent annuellement 425 000 kilogrammes environ de métal, mais la main-d'œuvre est très chère à la Nouvelle-Calédonie; les Canaques sont payés 5 francs par jour. M. *Thiridez* propose d'employer à ce travail les condamnés et de faire appel aux Chinois.

M. *Jackson* rend compte de la mission que lui a confiée la Société de géographie de Paris. Considérant l'utilité que présente pour l'étude d'un pays la connaissance des ouvrages publiés qui s'y rapportent et le nombre considérable de bibliographies éparses concernant les diverses régions de la terre, cette association a chargé M. *Jackson* de former un recueil des titres de ces diverses bibliographies, qu'il y aurait utilité à consulter pour les recherches d'ordre géographique.

M. l'abbé *Durand* fait un exposé du voyage de MM. *Brito, Capello* et *Iventz* dans l'Afrique équatoriale. Ces officiers portugais, munis d'instruments excellents, ont rapporté de nombreuses observations météorologiques et magnétiques. Partis de Benguela en décembre 1877, ils ont marché dans la direction du sud-est jusque par 15° de latitude; puis ils ont remonté au nord-est jusqu'à Kakonda. Ils sont arrivés ainsi à Bihé. Là, ils ont reconnu le grand plateau, qui sert de réservoir d'alimentation du Koubango, du Koanza et de nombreux affluents du Zaïre et du Zambèsi. Ils se sont avancés au nord-est dans le pays des Quiocos et ont exploré les sources du Koango, du Kasaï et du Tchikapa. Les marécages les arrêtèrent dans leur route et les obligèrent à se rabattre sur Kassango, poste commercial portugais. Ils allèrent à l'ouest vers le Loucalla jusqu'à Malangé et s'élevèrent dans le nord jusque par 6°30′ de latitude. Ils s'arrêtèrent au désert du pays des Faccas et revinrent à Loanda par les vallées du Loucalla et du Koanza. Ils ont recueilli 7588 observations météorologiques et magnétiques dans le cours de leur expédition.

Diverses publications ont été présentées, dans la même séance, à la section :

1° *Choix d'un méridien initial unique,* par Bouthillier de Beaumont (de Genève).

2° *Trois des plus anciens monuments géographiques du moyen âge conservés à la Bibliothèque nationale,* par Eugène Cortambert.

3° *Introduction à l'atlas des monuments de la géographie,* par feu Jomard, publié par E. Cortambert.

4° *De l'orthographe géographique,* par E. Cortambert.

5° *De quelques points de l'enseignement de la géographie,* par le même.

Dans une autre séance, le général *Ricci,* de l'état-major italien, rend compte des travaux de nivellement de précision qui ont été exécutés dans ces derniers temps en Italie. Ils sont commencés depuis deux ans. On a pris Gênes comme point de départ et, comme direction des premiers travaux, Alexandrie et la Lombardie. Le minimum d'erreur accepté est de 3 millimètres sur les routes planes et de 5 millimètres sur les routes inclinées. On a déjà terminé le travail sur tout le pourtour d'un polygone fermé. Le résultat obtenu jusqu'ici a été satisfaisant. On a également relié le nivellement italien avec le nivellement suisse; plus tard, on fera de même avec la France.

Le zéro adopté comme point de départ est celui qui correspond au niveau de la Méditerranée; mais ce n'est là qu'une donnée provisoire, car les maréographes ne sont établis que depuis deux années (un à Gênes, deux à Venise), et il faut une dizaine d'années d'observations pour pouvoir déterminer le véritable zéro. Les marées à la Spezzia sont quelquefois de 0^{m},20; celles de l'Adriatique vont jusqu'à 0^{m},70.

Dans quelques années, on aura effectué un nivellement de précision qui s'étendra à l'Europe entière. On pourra alors déterminer d'une manière à peu près exacte la figure de la terre. On sera à même de vérifier si les attractions locales, dont on a tant parlé, jouent le rôle important qu'on leur a attribué jusqu'ici. Le général *Ricci* ne croit pas à ce jeu des attractions locales. Il est d'avis de se méfier des théories préconçues et de n'accepter que celles qui résulteront de l'observation sérieuse d'un nombre suffisant de faits précis.

Le colonel *Vénioukoff* offre à la section des cartes du Pamir et de la Mongolie occidentale, ainsi qu'un ouvrage contenant une description détaillée du Turkestan russe.

Il raconte le voyage du colonel russe Grodékoff, qui a visité le Turkestan afghan. Il décrit les principales localités de cette région, Balk, Maimené, etc. Ces territoires appartiennent depuis peu aux Afghans, qui y sont détestés. A son dire, au contraire, on y aimerait les Russes. La population, quoique musulmane, tient peu à sa religion. Elle en changerait facilement, si le pouvoir dirigeant l'ordonnait. Il regrette qu'au moment de la conquête les Russes n'aient pas imposé le changement de religion aux habitants.

La route de Merv à Hérat est d'un accès très difficile aux troupes. Il faut parcourir trois étapes, de 60 kilomètres chacune, absolument arides et sans eau. Contrairement aux assertions de sir Henry Rawlinson, le colonel pense que la possession de Merv ne saurait compenser pour les Russes l'occupation de Hérat par les Anglais. Les communications sont également très difficiles entre la Perse et l'Afghanistan. Le colonel traite donc de chimériques les craintes qu'on a manifestées à diverses reprises de voir s'effectuer une invasion russe dans ces contrées.

M. *Mager* présente à la section une nouvelle espèce de cartes reliefs, revenant, dit-il, à des prix excessivement réduits. Il demande à la section d'émettre un vœu pour que l'État encourage les cartes de cette sorte. La section, ne voulant pas intervenir en faveur d'une réclame industrielle, a ajourné sa décision.

M. *Georges Renaud* présente à la section une nouvelle carte de l'*Afrique saharienne,* publiée par la *Revue géographique internationale.* Cette carte est entièrement au courant des dernières explorations de l'année 1880; elle porte tous les itinéraires des voyageurs qui ont sillonné cette région depuis le siècle dernier. Elle va du midi de l'Algérie jusqu'au delà du lac Tchad, d'une part, et, de l'autre, depuis l'Atlantique jusqu'à la mer Rouge.

M. Georges Renaud traite ensuite la question du percement de l'isthme de Panama. Après avoir écarté du débat la personne, à tous égards si respectable et si honorée, de M. de Lesseps, il montre que l'Europe occidentale n'a qu'un intérêt presque nul à ce percement qui ne raccourcira point les distances du Havre ou de Liverpool à l'océan Pacifique. Il n'y a en jeu dans cette affaire qu'une question de cabotage américain. Que les États-Unis le fassent, cela les regarde! Mais est-ce à nous, Européens, à leur faciliter la voie et à hâter nous-mêmes le moment où la concurrence américaine deviendra plus vive et plus pressante pour le commerce européen? M. Renaud ne le pense pas. En outre, quelle économie ce percement réalisera-t-il pour la navigation? Il ne faut pas s'exagérer l'économie qui résulte généralement de ces percements. On a commis une erreur en établissant un parallèle entre Panama et Suez. Suez est sur la route la plus ancienne et la plus active de la civilisation internationale. Le percement permet de supprimer le parcours du pourtour de l'Afrique, et cependant l'économie qui en résulte n'est que de la moitié des frais de la navigation totale, tout au plus. Panama, à 15 francs par tonne, n'économisera ni temps, ni argent, ni distance pour les navires européens. Il en sera tout autrement pour les navires américains passant d'un océan dans l'autre.

M. Renaud présente encore à la section la première feuille d'une nouvelle carte de France au 1/500 000e, établie en prenant principalement pour base d'étude les lignes ferrées. Cette feuille comprend le sud-ouest; celle du nord-est est en cours d'exécution. Sur cette carte sont distinguées les lignes à express et les lignes à double voie.

Un membre de la section met alors sur le tapis la question du transsaharien. Il signale l'hostilité des populations sahariennes. On croyait pouvoir compter sur elles pour garder le chemin de fer projeté dans l'avenir. Mais le contraire est établi maintenant, par suite de l'obligation où a été le colonel Flatters de revenir sur ses pas.

M. *Henri Duveyrier* expose que, parmi les populations du nord de l'Afrique, il existe une hostilité prononcée contre tous les chrétiens et, en particulier, contre les Français, parce qu'ils sont pour elles des conquérants. Le Coran défend aux musulmans d'obéir à un chef chrétien. Les confréries religieuses musulmanes se chargent de faire observer aux populations cette prescription de l'islamisme. Un voyageur isolé, se rendant chez elles, peut s'en tirer avec de l'adresse et de la prudence. Il doit rechercher, à cet effet, avec soin, les points de contact qui existent entre les deux religions, et il faut qu'il se choisisse, avant tout, un protecteur chez les Touaregs. C'est comme dans le monde. On n'est bien accueilli dans le désert qu'autant qu'on est recommandé d'ami à ami individuellement. M. Duveyrier rappelle que les Touaregs forment deux partis, les Azghars (ou Azdjers) et les Ikenhoukens (ou Imochaghs), non pas ennemis, mais rivaux.

M. *G. Renaud* dit qu'il a été toujours opposé à l'idée d'un chemin de fer transsaharien. Il considère ce projet comme un projet en l'air et comme un projet chimérique. Il serait aise de connaître l'opinion de M. Deveyrier à ce sujet.

M. le général *Parmentier* ajoute qu'il est, en effet, nécessaire, avant de l'entreprendre, de savoir si cela doit servir à quelque chose.

M. *Duveyrier* répond qu'il n'existe pas, à proprement parler, de projet de chemin de fer. On étudie le pays qui appartient à la France, on va même au delà; mais il ne s'agit encore que de simples études.

M. *Renaud* demande de nouveau dans quel délai on pense qu'il serait possible de construire un chemin de fer, fût-ce seulement jusqu'à Ouargla.

M. *Rolland* répond qu'il faut bien attendre encore au moins dix années avant d'y songer.

M. *Coudreau,* professeur à l'École professionnelle de Reims, lit une longue étude sur le pays d'Ouargla. Il montre combien la situation de cette oasis est privilégiée; les puits artésiens pourront rendre à l'oued Rhir une existence prospère et un développement économique considérable. Nulle autre oasis ne convient mieux pour servir de tête de ligne au chemin de fer transsaharien.

M. *Rolland,* ingénieur des mines, qui faisait partie de l'expédition de M. l'ingénieur en chef Choisy, observe qu'il a demandé la création d'un atelier de sondage à Ouargla et d'un second atelier dans l'oued Rhir. Il pense que l'oued Rhir a plus d'avenir que l'oasis d'Ouargla. On y trouve une nappe d'eau souterraine, qu'on suppose être continue sur une longueur de 120 kilomètres, entre Tougourt et le chott Melrhir. Au nord de ce chott s'étend un vaste territoire, formé de terrains d'alluvion d'une grande fertilité. La terre y peut rapporter 70 pour 1. C'était autrefois l'un des greniers à blé des Romains. Il y aurait des barrages à établir dans le lit des cours d'eau et d'autres travaux indispensables à effectuer.

Le moment étant venu de désigner le président de la section pour l'année 1881 (session d'Alger, en avril prochain), la section élit, pour la présider pendant le cours de cette session d'Alger, M. *Mac Carthy,* bibliothécaire et conservateur du musée d'Alger. Elle nomme délégué pour trois ans M. *Franz Schrader,* l'explorateur du mont Perdu et le successeur de M. Vivien de Saint-Martin dans la direction du grand atlas ancien et moderne, entrepris, il y a déjà plus de dix ans, par la maison Hachette. M. *le docteur Hamy,* délégué, est élu membre de la Commission des subventions.

Malgré la sympathie qu'inspire le nom des élus, il n'en est pas moins fâcheux que la section ait fait porter, contrairement au règlement, ses choix sur des personnes qui n'ont jamais fait partie de l'association française, qui n'ont jamais mis les pieds dans des congrès, à l'exception de M. Hamy, qui y a paru une fois, une seule, à Paris. On ferait croire que, parmi les fidèles de la section, on n'aurait pu trouver le personnel nécessaire.

M. *Moreno* lit une relation de son voyage en Patagonie. Il a remonté le rio Santa-Cruz et exploré les importantes nappes d'eau qui existent dans cette région. Il a appelé l'attention sur l'avenir dont est susceptible ce pays, au point de vue du développement de la civilisation.

M. *le docteur Ballay,* le compagnon de Savorgnan de Brazza dans son exploration de l'Ogooué, rend compte du voyage qu'ils ont effectué en remontant ce fleuve, dont l'origine est encore inconnue.

M. *Rolland* lit, de la part de M. Choisy, un rapport sur la mission que lui avait confiée, au mois de février dernier, le ministère des travaux publics. Il devait faire, en vue de l'établissement d'un chemin de fer transsaharien, l'étude comparée de deux tracés. L'un partirait du sud du département d'Alger, et l'autre, du sud de celui de Constantine. Le premier irait de Laghouat à El Goléa; il fallait rechercher l'existence d'un passage qui permettrait de prolonger, à un moment donné, la ligne au sud jusque vers le Touât. Le second tracé irait de Biskra à Ouargla. C'est à M. le colonel Flatters qu'avait été confié le soin de s'assurer de la possibilité de prolonger la ligne dans le sud, vers le massif du Ahaggar (ou Hoggar).

M. Rolland expose l'itinéraire suivi par cette mission entre Laghouat, El Goléa, Ouargla et Biskra, sur une longueur de 1250 kilomètres. Il décrit la région à peine connue, qui se trouve à l'ouest et au sud de la Sebkha du Mzab et de Métlili, la grande ligne d'El Loua, qui limite le plateau à l'ouest, la partie méridionale du même plateau qui se poursuit jusqu'à El Goléa, le rétrécissement des grandes dunes au delà d'El Goléa, enfin la physionomie du pays parcouru entre El Goléa et Ouargla.

M. Rolland insiste sur la question des eaux artésiennes, puis il s'occupe des belles opérations géodésiques de M. Barois, ingénieur des ponts et chaussées. Il mentionne ses propres travaux de géologie, d'hydrologie, de météorologie, les recherches anthropologiques du docteur Weisgerber, les études botaniques de M. le garde-mine Jourdans, etc.

Au point de vue du chemin de fer, l'exploration a établi l'extrême facilité d'exécution de l'un ou l'autre des deux tracés. Il conclut à la supériorité du tracé par Ouargla et Biskra et donne des indications sur les éléments de trafic possibles, présents et à venir, de cette ligne. L'utilité de cette ligne est démontrée. Il faut la construire, toute question étant réservée pour ce qui concerne le transsaharien proprement dit.

L'abbé Durand fait une communication sur l'Albanie, région excessivement peu connue. C'est un pays montagneux, ayant à peu près la forme d'un rectangle de 312 kilomètres de long sur 80 à 120 de large.

Du sommet du Glieb, on peut distinguer environ neuf directions principales de hauteurs, allant du nord au sud et de l'est à l'ouest, et généralement de constitution calcaire. Le sol albanais est jurassique. Ainsi que celui de l'Herzégovine, de la Bosnie et du Montenegro, il est disposé en une série de gradins. Quelques-uns sont creusés en forme de cuvettes complètement fermées ou bien ouvertes d'un côté seulement. C'est ce qu'on appelle des *Koritas* ou *vallées en auge,* et elles renferment quelquefois à leur centre une nappe d'eau.

L'Albanie se divise en Albanie septentrionale (*Prévalitaine* des Romains), en Albanie moyenne et en Albanie méridionale ou Épire. Le Scombi sépare la première de la deuxième, et la Voïoutka sépare celle-ci de l'Épire.

Quant à la race, elle paraît descendre des anciens Daces. A l'exception des Japys, elle ressemble à la race finnoise des vallées supérieures du Caucase, dont une partie a été chassée vers l'ouest par l'invasion des Scythes Kharaxes. Elle s'étend vers le nord-est, jusque dans la vallée de la Morava bulgare, et compte environ 150 000 individus. On les subdivise en Guègues, ou Albanais rouges, et en Tosques. C'est à la première division que se rattachent les Mirdites (anciens Mardes), tous catholiques. Les Tosques ressemblent aux Géorgiens, Les Albanais sont toujours restés indépendants

ou à peu près. On les a sacrifiés aux Grecs et aux Monténégrins.

Cette communication a terminé les travaux de la section pour l'année 1880, qui, en somme, a été fructueuse et bien plus brillante que celles des années antérieures.

PHYSIQUE

SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS TÉLÉGRAPHISTES

M. W.-H. PREECE

La nature de l'électricité.

En contemplant le vaste horizon sur lequel s'étendent les applications si variées de l'électricité, je me sens très embarrassé, voulant éviter d'une part la foule prodigieuse des théories, et, d'autre part, l'aridité de la pratique.

Il est impossible, même aujourd'hui, de donner une définition de l'électricité. Faraday, notre grand apôtre, dont les travaux doivent être considérés comme la Bible de tous ceux qui s'occupent d'électricité, refusa de hasarder une définition ; il ne formula jamais nettement ses idées sur ce point, bien que ses ouvrages indiquassent assez clairement qu'elles étaient celles de Clerk Maxwell, qui ayant rejeté toutes les théories existantes nous fut enlevé prématurément avant de les avoir remplacées par une autre. Sir William Thomson, dans toutes ses publications, évite soigneusement de formuler aucune théorie physique sur l'électricité. Les physiciens français ont adopté la théorie d'un fluide unique pour simplifier le langage, tandis que les Allemands se servent de la théorie des deux fluides à cause de ses résultats mathématiques. Il n'y a donc point de théorie d'électricité reconnue.

Quelques physiciens, avec Du Fay et Franklin, affirment que c'est une forme de la matière, une substance ; d'autres, suivant Faraday et Grove, la considèrent comme une forme de la force, comme un mouvement de même que la chaleur et la lumière. Il faut pourtant que ce soit l'un ou l'autre : si ce n'est pas une forme de la matière, ce doit être une forme de la force. La question se pose donc dans ces termes : l'électricité est-elle une forme de la matière ou est-elle une forme de la force?

En abordant un sujet aussi complexe, il est indispensable d'employer un langage très précis afin d'éviter toute confusion ; aussi commencerai-je par définir les deux mots matière et force. La *matière* est tout ce qui peut être perçu par les sens ou tout ce qui peut être mis en mouvement par la force. Ses propriétés sont : la pesanteur, l'inertie et l'élasticité. La *force* est tout ce qui produit ou tout ce qui tend à produire le mouvement de la matière ; cela peut être la pression, la tension, l'attraction, la répulsion ou toute autre cause capable de déterminer un changement dans l'état naturel de repos de la matière, ou d'en modifier le mouvement.

La matière est représentée par soixante-quatre éléments connus, réfractaires à tous nos moyens d'analyse. La matière occupe de l'espace ; elle se rencontre sous une de ces formes : solide, liquide, gazeuse ou ultra-gazeuse. Elle est constituée par les molécules et les atomes. L'*atome* est la plus petite partie indivisible d'un élément ; un groupe d'atomes du même élément ou de différents éléments forme la *molécule*, qui a des dimensions définies, et reste toujours invariable dans sa forme pour chaque substance.

La *masse* d'une substance est la réunion des molécules dont elle est formée. Les atomes ne peuvent ni naître ni disparaître ; la matière est indestructible. Les dimensions des molécules sont évaluées approximativement : « Si vous vous représentez, dit sir William Thomson, une sphère d'eau grande comme un petit pois, agrandie jusqu'à ce qu'elle ait atteint le volume de la terre, chaque molécule ayant augmenté d'une quantité égale sera plus grosse qu'une petite balle de plomb, mais plus petite qu'une balle comme celles dont on se sert au jeu de cricket. » Cinquante millions de molécules alignées occuperaient un pouce. Elles sont très élastiques ; et, lorsqu'elles ne rencontrent pas d'obstacles, elles se meuvent avec une rapidité constante et en ligne droite. Lorsqu'elles se meuvent librement, on obtient l'état ultra-gazeux de Crookes, état que l'on ne peut obtenir que dans un vide presque parfait et dans certaines conditions spéciales. Lorsque les molécules se heurtent et s'entrechoquent, selon la loi des corps élastiques, elles mettent ainsi réciproquement obstacle à leur propre mouvement, et on a les *gaz* tels que nous les connaissons. Si le champ de leurs mouvements devient tellement restreint qu'elles se trouvent dans la sphère où l'attraction des molécules entre elles s'exerce, sans toutefois entraver complètement les mouvements, on a les *liquides*. Quand l'attraction est assez puissante pour déterminer la cohésion, les mouvements des molécules sont confinés dans leur propre sphère, et l'on obtient ainsi les *solides*.

La définition de la force nous indique que tout ce qui modifie ou tend à changer le mouvement de la matière ou celui des molécules qui la composent est une forme de la force. Ainsi la pesanteur est une forme de la force parce qu'elle attire la matière au centre de la terre. Cette force est mesurée par la vitesse qu'un corps acquiert par seconde, lorsque, abandonné à lui-même, il tombe à un point donné. La chaleur est une forme de la force parce qu'elle détermine dans les molécules de la matière des vibrations violentes, ou parce qu'elle augmente la vitesse de leurs mouvements en ligne droite, ce qui donne la mesure de la chaleur ou plutôt de la température. La lumière est une forme de la force, étant produite par les ondulations des molécules de la matière, transmises par les ondulations de ce milieu qui remplit tout l'espace et qu'on appelle l'éther.

Personne n'a jamais vu de molécule, et il nous est impossible de nous faire une idée objective de la force. Contentons-nous donc de ces définitions précises, et de ces conceptions de l'esprit sur l'inertie de la matière et sur la matière en mouvement. L'homme qui étudie les sciences naturelles se laisse facilement aller à décrier la foi chez les autres, et

pourtant il est lui-même l'esclave le plus humble de l'imagination. Les différentes observations et les lois d'une théorie peuvent s'enchaîner mathématiquement : un seul petit fait incompatible suffit pour enlever à la théorie toute valeur. Toute dogmatique que puisse donc paraître cette théorie de la matière et de la force que je vous expose, il est bien entendu qu'elle ne repose que sur la faculté imaginative de notre esprit.

Je me propose de vous démontrer que l'électricité n'est pas une forme de la matière, mais une forme de la force, et qu'il est évident que tous ses effets ne sont que des formes différentes de l'énergie, caractérisées par des mouvements des molécules ou de la masse.

Il serait intéressant de retracer le développement historique des théories. L'esprit humain inculte ne peut s'élever au-dessus de la sphère limitée des observations puériles. Tout ce qui est mystérieux et incompréhensible dans la nature, on l'attribue à des choses non moins mystérieuses et tout aussi incompréhensibles. Il en a toujours été ainsi du phénomène de la vie ; la chaleur, le magnétisme, l'électricité et beaucoup d'autres phénomènes physiques dont on ne se rend pas compte, ont été chacun à leur tour pris pour la cause de la vie, et l'on rencontre même encore aujourd'hui des gens qui attribuent certains phénomènes à des agents spirituels.

Pour les Grecs, la chaleur était un animal qui mordait ; puis, pendant des siècles, on l'a prise pour un fluide qui, pénétrant dans les corps, les faisait enfler ; cette idée persista jusqu'à nos jours, où Rumford démontra que c'était une sorte de mouvement, et où Joule en fit une forme quantitative de l'énergie.

Thalès de Milet pensa que l'aimant était doué d'une sorte d'esprit immatériel. Les Grecs savaient que l'ambre frottée attirait les petits brins de paille, et ils le supposaient doué d'une propriété vitale. Boyle, en 1675, s'imagina qu'elle devait envoyer une sorte d'effluve glutineux qui, s'emparant des corps légers, les attirait vers le corps excité. Du Fay, en 1733, conçut la théorie des deux fluides ; et Franklin, en 1747, trouva la théorie d'un fluide unique. Cavendish, en 1771, compléta la théorie de Franklin, mais ce fut Faraday qui, le premier, donna la notion du fluide et découvrit la théorie moléculaire de l'électricité, tandis que Grove classait hardiment l'électricité avec la lumière et la chaleur, comme étant des forces de même nature et simplement des modes du mouvement.

Une théorie est inacceptable lorsqu'elle fait intervenir un agent dont l'action est inconnue dans tous les autres cas. Les théories des fluides de l'électricité sont simplement descriptives et ne s'accordent pas avec tous les faits observés ; elles n'ont jamais fait faire un progrès à la science ; elles supposent un agent inconnu dans tous les autres phénomènes et en contradiction avec les lois naturelles. La théorie des fluides de l'électricité est certainement incomplète et mérite d'être enterrée le plus rapidement possible. Il faut nous représenter l'existence de deux substances, ayant des propriétés différentes qui se détruisent réciproquement lorsque ces substances sont combinées, ce qui est d'une absurdité évidente, car la conception de la matière implique son indestructibilité. Franklin imagina que l'un de ces fluides était un élément du verre : si l'on enlève l'électricité, le verre perd ses propriétés ; et ainsi le verre pourrait produire constamment de l'électricité, sans que son poids pût éprouver une diminution sensible ! L'électricité est dépourvue de dimension, d'inertie, d'élasticité ; elle ne rentre donc pas dans le cadre de notre définition. L'électricité n'étant pas une forme de la matière, il résulte du raisonnement précédent qu'elle doit être une forme de la force. Mais ne pouvons-nous pas prouver que c'est une forme de la force ?

Raisonnons par analogie. Nous savons que le son, la chaleur et la lumière sont des modes du mouvement ; en quoi l'électricité diffère-t-elle de ces formes de la force ? La loi fondamentale de l'électricité est que deux corps chargés d'électricité opposée s'attirent avec une force en raison du carré de la distance qui les sépare. Quelle que soit l'influence ou la puissance émise par un point, et se répandant uniformément dans l'espace, son intensité varie comme le carré de la distance, et pour la surface sur laquelle elle s'étend, elle augmente comme le carré du rayon. Il en est ainsi de la pesanteur, de la lumière, du son et de la chaleur qui sont des formes connues de la force ; il en est de même de l'électricité et du magnétisme, qui doivent donc être des formes analogues de la force.

Si nous considérons la rapidité de transmission de certains phénomènes électriques à travers l'espace, nous sommes tout portés à croire qu'elle est la même que celle de la chaleur et de la lumière rayonnantes. En 1859, deux observateurs, à des endroits différents, virent simultanément se produire une tache lumineuse du soleil, qui ne dura que cinq minutes. Juste au même moment, les aiguilles magnétiques de Kew éprouvèrent une oscillation, et les fils télégraphiques de toute la terre furent dérangés. Les télégraphistes éprouvèrent des commotions ; en Norvège, un appareil prit feu. Des aurores boréales suivirent, et tous les effets qui accompagnent les puissantes perturbations magnétiques se produisirent. Les périodes des taches du soleil, des courants terrestres et les perturbations magnétiques suivent un même cercle de onze ans environ. Hopkinson a démontré que cette perturbation électrique à travers l'espace est tout aussi mécanique que son action pour les petites distances, et c'est pourquoi elle est identique aux mouvements ordinaires de la matière élastique, soumise à l'action de la force mécanique. M. Maxwell est allé plus loin : il a démontré que la vitesse de propagation de la lumière dans l'air et dans d'autres milieux transparents est la même que celle de l'électricité. Il est donc très logique, puisque l'on admet que la lumière est un mode de mouvement analogue à la chaleur rayonnante, de ranger l'électricité dans la même catégorie.

L'analogie entre la conductibilité des différents métaux pour la chaleur et l'électricité est telle, — et tout porte à croire que si les métaux étaient parfaitement purs, leur mode de conductibilité serait identique, — qu'il est impossible de ne pas arriver à cette conclusion : que les modes de transmission de la chaleur et de l'électricité sont les mêmes.

M. Chandler Roberts, avec la machine à induction du professeur Hughes, démontra par une série d'expériences sur différents alliages que les courbes indiquées par la machine à induction se rapprochaient beaucoup de celles qui indiquaient leur résistance électrique. Il montra que la courbe d'un alliage de cuivre et d'étain est presque la même que celle de la conductibilité de la chaleur, et il affirma qu'on devait regarder comme certaine la relation que l'on avait supposée exister entre la conductibilité de la chaleur et celle de l'électricité. Lorsqu'un courant électrique traverse un fil métallique, il l'échauffe; plus l'intensité du courant augmente, plus le fil devient chaud, il peut même arriver à l'incandescence. Ainsi tout fil électrique s'échauffe selon les courants qui le traversent. Joule démontra que, lorsque cette chaleur est produite par une batterie d'éléments chimiques, sa quantité est juste équivalente à celle qui s'est produite, sous l'influence de la combinaison chimique des atomes. Le pouvoir conducteur de tous les corps se manifeste en même temps que la chaleur et quelques-uns même, comme le sélénium, en même temps que la lumière. Or, puisque nous savons que la chaleur et la lumière se transmettent par des vibrations moléculaires, nous sommes donc tout naturellement amenés à conclure qu'il en est de même de l'électricité. Il est donc impossible d'expliquer ces phénomènes sans admettre le mouvement des molécules.

Les recherches de M. Warren de la Rue et celles de M. Hugo Muller sur les décharges électriques d'une batterie composée de 11 000 éléments de chlorure d'argent ont prouvé d'une manière indiscutable que toute décharge dans l'air ou dans d'autres milieux gazeux, sous des pressions différentes, est un mouvement des molécules qui remplissent l'espace dans lequel la décharge se produit. La résistance d'une décharge entre deux surfaces planes parallèles dépend donc du nombre de molécules interposées entre ces deux surfaces. Ils démontrèrent également que, pendant une décharge électrique dans un gaz, il se produit une pression subite et considérable déterminée par la projection des molécules contre les parois du récipient du gaz, action parfaitement distincte de celle que produit la chaleur. Les longues et patientes recherches de ces éminents physiciens prouvent que toute décharge électrique n'est qu'un violent mouvement moléculaire. Le fait que les décharges ne peuvent pas se produire dans un vide parfait est une démonstration éclatante de la théorie moléculaire.

Récemment M. Planté a démontré que les fils fins traversés par des courants puissants présentent des rides très régulières; ce fait se passe en produisant des craquements particuliers, et le fil devient très cassant; le mouvement vibratoire des molécules est donc clairement indiqué. Il en conclut que la transmission électrique est le résultat d'une série de vibrations très rapides de la matière plus ou moins élastique traversée par le courant; il prétend même qu'il y a une certaine analogie entre les mouvements de l'électricité et les vibrations du son.

M. Challis, professeur à Cambridge, étend cette vue si loin, qu'il considère le magnétisme, l'électricité, la lumière, la chaleur, la pesanteur, comme ne faisant qu'une même catégorie de forces physiques; et, pour lui, elles sont toutes le résultat de mouvements et de pressions d'un milieu fluide et élastique, remplissant tout l'espace qui n'est pas occupé par les atomes. Cette manière de voir n'a pas été adoptée parce qu'elle n'est basée sur aucun fait nouveau, et qu'elle est en contradiction avec une foule de principes universellement reconnus. Il est bon de remarquer toutefois que, dans cette théorie, l'électricité est considérée comme une forme de la force.

M. Crookes, par les belles expériences qu'il vient de faire en physique moléculaire dans le vide presque parfait, a montré les rapports intimes qui existent entre les phénomènes électriques et les mouvements moléculaires. Ses expériences sont si nettes, ses explications sont données avec tant de clarté, qu'on s'imagine voir en réalité le jeu des molécules que l'on ne voit pourtant que par les yeux de l'imagination. M. Crookes n'a pas seulement établi comme loi physique la théorie cinétique des gaz et la constitution moléculaire de la matière, mais encore il a démontré l'existence d'un quatrième état de la matière où les molécules se meuvent sans entraver leurs mouvements individuels. Il a fortement ébranlé la théorie, généralement admise, selon laquelle un courant électrique se dirige du pôle positif au pôle négatif; il paraît même ressortir de ses recherches que c'est le contraire qui est la vérité. Quoi qu'il en soit, Crookes a apporté des faits nouveaux pour l'édification de la *théorie* moléculaire de l'électricité.

Le criterium d'une bonne théorie est son pouvoir de prédiction. Une théorie fausse n'a jamais pu faire prévoir un phénomène. Ni la théorie corpusculaire de la lumière ni celle de la chaleur et de l'électricité considérées comme des fluides n'ont jamais prédit des choses que l'on n'avait pas encore vues et entendues. Le nombre des prédictions réalisées en astronomie, en acoustique, en lumière et en chaleur est incalculable. Faraday prédit les effets de l'induction en diminuant l'intensité des courants électriques et l'action du magnétisme sur un rayon de lumière. Sir William Thomson a prédit qu'un courant passant de la partie chaude dans la partie froide d'une barre de cuivre déterminerait une augmentation de chaleur au point de contact, tandis qu'avec du fer on observait un phénomène contraire.

L'identité de tous ces phénomènes physiques est rendue évidente par leurs caractères quantitatifs, ainsi que par leur conformité à la loi de la conservation de l'énergie. Prenez, par exemple, la production de la lumière électrique : le charbon, en brûlant dans le foyer, détermine la production de vapeur, la vapeur met en mouvement une machine, la machine fait tourner un rouleau de fil dans le champ d'action du magnétisme; de là, induction de courants électriques dans le fil; ces courants produisent un arc et en même temps de la chaleur et de la lumière. L'énergie du charbon a donc été transformée en chaleur et en lumière par l'intermédiaire de l'électricité. Il est facile de se rendre compte que cet agent intermédiaire n'est autre chose qu'une forme de l'énergie.

Pourrait-on éclairer les rues de New-York, grâce à l'énergie de l'eau tombant à la cataracte du Niagara, ainsi que l'idée en a été émise par M. Siemens, si les différentes transformations n'étaient pas les diverses formes de la même énergie? Serait-il possible de labourer un champ à une lieue de distance du point où se trouve le pouvoir moteur transmis par un fil, si les courants électriques n'étaient pas des formes de ce même pouvoir? L'électricité, dans ses effets, est et doit être une forme de l'énergie.

Une théorie physique est parfaite lorsque les phénomènes peuvent s'exprimer dans un langage mathématique, quand on peut les calculer d'après des bases physiques certaines, et lorsqu'on peut prévoir exactement ce qui se passera dans certaines conditions. Tel est l'état présent de la science de l'électricité. Nous pouvons calculer exactement la quantité de vapeur nécessaire pour obtenir des courants d'une intensité donnée, produisant une quantité de lumière connue. Il nous est possible de déterminer exactement les dimensions d'un câble, nécessaires pour transmettre de l'autre côté du globe un certain nombre de mots par minute, et, lorsqu'il arrive quelque accident à un long câble, nous pouvons calculer, à quelques toises près, le point où la communication est interrompue.

Je vous ai démontré que l'électricité n'était pas une forme de la matière, et j'espère maintenant avoir réussi à vous convaincre que ce devait être une forme de la force.

AGRICULTURE

Les républiques de la Plata, l'Uruguay et la Confédération Argentine.

L'Uruguay et la Confédération Argentine forment, avec le Paraguay et la Bolivie, ce qu'on nomme géographiquement les territoires ou le bassin du Rio de la Plata, un des plus grands fleuves du monde, formé qu'il est par six rivières dont quelques-unes, telles que le Parana, l'Uruguay et le Paraguay, comptent elles-mêmes au nombre des grands cours d'eau.

Pendant trois siècles, ces contrées ont été placées sous la domination de l'Espagne, et la ligne qui les séparait des possessions portugaises du Brésil n'avait jamais été tracée d'une façon un peu précise. Sur le versant oriental des Andes, il y avait une vice-royauté de la Plata, dont le siège était à Buenos-Ayres, comme il y avait sur leur versant occidental une vice-royauté du Pérou, comprenant le Chili jusqu'au cap Horn et qui avait Lima pour capitale. Le régime économique sous lequel elles vivaient toutes les deux était détestable; toute sa philosophie, si l'on peut ainsi dire, consistait à isoler les colonies espagnoles du reste du monde et à les exploiter sans merci au profit de la métropole. Les colons américains ne pouvaient trafiquer ni avec l'étranger ni avec les habitants des autres possessions espagnoles d'outre-mer; le monopole de leur propre commerce était affermé à des traitants quand, ce qui arrivait parfois, toute exportation ne leur était pas interdite, et le caprice administratif décidait des productions que telle ou telle province devait exploiter et cultiver, sans tenir compte de la nature du sol ou des conditions climatériques. A l'une, on interdisait la culture du café; à l'autre, celle du sucre; une troisième ne devait pas planter du coton et une quatrième n'était point libre de cultiver le tabac, même pour un usage purement local. Ce triste état de choses dura jusqu'en 1811, époque où des mouvements insurrectionnels éclatèrent sur la rive de la Plata et eurent pour effet, en se propageant de proche en proche, l'émancipation de toutes les colonies sud américaines. Une bande de terrain d'environ 188 000 kilomètres carrés, comprise entre l'Uruguay et la mer à l'est et confinant au Brésil au nord, devint un État indépendant, sous le nom de *République orientale de l'Uruguay,* avec Montevideo pour capitale, tandis qu'il se forma, sous le nom de *République Argentine,* une confédération de quatorze provinces, situées sur la rive gauche du Rio de la Plata, confédération dont le territoire est de 4 195 000 kilomètres carrés, selon les estimations officielles (1), c'est-à-dire huit fois grand comme la France, tandis que l'Uruguay n'arrive qu'aux deux tiers de l'Italie.

I.

Montevideo a l'avantage d'une magnifique situation : elle s'élève sur une petite langue de terre, qui s'avance dans la mer entre deux anses, dont l'une, celle de l'est, lui fait un port, qui a un pourtour d'environ 10 kilomètres et qui va se terminer à la colline haute de 120 mètres, dont la ville tire son nom. C'est une ville jolie, bien bâtie et assez bien pavée, qui se vante de deux belles places, la *Plaza de la Constitucion* et celle de la *Independencia,* ainsi que d'une rue magnifique, celle du 18 Juillet. Du reste, elle ressemble à toutes les villes de l'Amérique méridionale, avec ses rues étroites, coupées à angles droits, ses maisons aux toits plats, ses terrasses et ses hauts *miradores*. Ses édifices publics n'ont rien de bien remarquable; mais ses édifices privés montrent de l'élégance, sinon du goût. Le marbre s'étale à profusion dans leurs cours comme dans leurs escaliers, mais les appartements sont à l'intérieur décorés simplement et meublés de même.

Montevideo est peuplée de 105 000 habitants, c'est-à-dire qu'elle réunit le quart environ des habitants de toute la République — 105 000 sur 450 000 et 121 000 si on y joint la

(1) Cette superficie ne serait que de 2 490 152 kilomètres carrés, d'après l'estimation des géographes Arrowsmith et Burmeister, basée sur les données fournies par sir Woodbine Parish, ancien consul général de la Grande-Bretagne à Buenos-Ayres. Cette différence s'explique par l'incertitude qui règne dans la délimitation des territoires *nationaux,* comme on appelle la Patagonie, la Pampa, le Grand-Chaco. M. Burmeister place la frontière septentrionale de la République au 22e parallèle sud et sa frontière méridionale au 53e. La République, elle, revendique toute la Terre de Feu et prétend, en outre, s'étendre au nord jusqu'au 20e parallèle.

banlieue. Elle n'avait que 3500 habitants en 1814 et 9000 seulement en 1818, et son grand développement dans ces dernières années est dû, dans une grande mesure, aux énormes gains que ses négociants et ses fournisseurs ont réalisés pendant la guerre du Paraguay de 1864 à 1870, alors que les villes de la Plata et surtout Montevideo étaient devenues le quartier général de l'armée et de la flotte brésiliennes. Cette prospérité un peu factice a cessé; mais Montevideo garde des éléments de prospérité permanents et qui lui sont particuliers. C'est en somme le seul bon port de l'estuaire de la Plata. Il est, à la vérité, exposé aux vents du sud, de sorte qu'il n'est pas facile, sûr même, d'y atterrir par les gros temps; mais la profondeur de l'eau y est suffisante, même auprès de la ville, pour permettre la construction de quais et de jetées, qui obvieraient à cet inconvénient, et de l'autre côté de la baie, près du *Cerro*, MM. Cibils père et fils ont bâti une digue en granit, qui leur a coûté quelque chose comme 10 000 000 de francs. Avec cette amélioration et quelques autres du même genre, ces ingénieurs distingués estiment que Montevideo est destinée à devenir, quelque jour, un centre maritime digne de l'immense système hydrographique de la Plata, d'autant que les provinces de l'intérieur du bassin de ce fleuve et les provinces méridionales du Brésil n'ont pas d'autre débouché.

Comme il n'y a plus d'Indiens dans l'Uruguay, ses 450 000 habitants se composent, par portions à peu près égales, de créoles et d'immigrants européens; les premiers ou *Hijos del Pais* représentant les 52 centièmes de la population, et les seconds ou *Gringos* les 42 centièmes. Montevideo voit débarquer annuellement une moyenne de 17 000 Européens qui viennent s'établir dans le pays, et les quatre dixièmes de sa population — 43 000 habitants — sont aujourd'hui d'origine étrangère. Parmi les immigrants, c'est la nationalité italienne qui domine : « Vous vous croiriez transporté dans une colonie italienne », écrivait, il y a quelques années, le célèbre hygiéniste Paolo Mantegazza : « le marinier qui vous débarque est Italien ; Italien aussi, le portefaix qui transporte vos bagages; Italien encore, l'hôte qui vous héberge (1). » Sur 100 immigrants, on en compte en effet 35 qui sont d'origine italienne; les autres sont des Espagnols (21 pour 100), des Français et surtout des Basques (14 pour 100), des Anglais (7 pour 100); des Brésiliens, de la province de Rio-Grande, qui ont pris l'habitude depuis longtemps déjà de fonder des parcs à bétail dans l'Uruguay méridional. Aussi bien l'empressement des Brésiliens à s'établir dans la *Banda oriental* peut-il paraître suspect, et ce ne sont pas là, croyons-nous bien, les immigrants que les Uruguayéens voient du meilleur œil. Bien que son aire soit cinquante fois plus étendue, et sa population trente fois plus considérable, le Brésil convoite cependant ce territoire qu'il posséda jadis, et il regarde le Rio de la Plata comme sa frontière normale du sud.

Dans son mémoire sur l'état économique de l'Uruguay (2), M. Vaillant, chef de bureau de la statistique générale de la République, fait remarquer que la richesse des deux rives de la Plata est essentiellement agricole et pastorale, avec cette différence que, dans l'Uruguay, la production agricole proprement dite l'emporte sur l'élève du bétail, tandis que c'est tout le contraire dans la République Argentine. Il est certain, d'ailleurs, que l'Uruguay est loin d'avoir fait usage de toutes ses ressources productives et, pour le prouver, il suffit de mentionner ce fait que, d'après la *Descripcion* du général Reyes, sur 18 692 000 hectares de terres arables, il y en a plus de 13 112 000 à l'état d'occupation ou d'exploitation. Ce calcul, il est vrai, remonte à plusieurs années; mais les derniers états de l'administration des contributions directes établissent que, depuis, la culture n'a pas conquis plus de 200 000 hectares. On évaluait à 250 000 000 de francs la valeur des terres labourées et à 652 000 000 celle de la propriété bâtie; mais, sur le nombre des propriétaires et sur la répartition de la propriété foncière, on manquait de données pour toute l'étendue de la République. On savait seulement que dans la province de Montevideo, on comptait près de 8000 propriétaires, et que, chose singulière, il n'y en avait pas le tiers qui fussent Uruguayéens (2497); les autres étaient des Italiens (2327), des Espagnols (1570), des Français (1019), des Argentins, des Anglais, des Allemands, des Suisses, des Brésiliens. La grande propriété, celle qui représentait une valeur de 500 000 à 2 000 000 de francs, ne comptait que pour 0,30 pour 100 du total, et la part des propriétés de 200 à 500 000 francs n'était elle-même que de 1,15 pour 100. La propriété qu'on peut appeler moyenne, celle qui va de 50 à 500 000 francs, figurait pour les 20 centimes, tandis qu'un autre cinquième appartenait aux propriétaires de biens, allant de 25 à 50 000 francs, et 58 pour 100 à la petite propriété, celle dont le lot est inférieur à 25 000 francs. Cette distribution est une preuve qu'à parler d'une façon générale, la propriété terrienne est dans les mains de ces petits capitalistes et de ces petits commerçants qui sont venus s'installer dans le pays depuis 1838, et qui ont su s'y créer une existence à la fois aisée et agréable.

En 1873, l'Uruguay possédait 554 000 chevaux, 6400 mulets, 6 327 000 bêtes à cornes et 13 000 000 de bêtes ovines, avec 40 ou 50 000 chèvres. C'est un des pays du monde où il s'abat le plus de bétail et la péninsule de Fray-Bentos, que forment au-dessus de leur confluent le Rio Negro et l'Uruguay, n'est qu'un immense abattoir. C'est pour leur peau, leur graisse, leur suif, leur laine seulement que ces millions de bœufs, de chevaux et de moutons sont massacrés. La *Carne tasajo*, c'est-à-dire la viande de bœuf que les éleveurs découpent en minces lanières et font sécher au soleil, après l'avoir imprégnée de sel, est recherchée au Brésil et à Cuba pour l'alimentation des nègres. Mais elle n'est pas faite pour le marché européen, et celui-ci ne s'accommoderait pas mieux du *Charque Dulce*, soit de la même viande, desséchée seulement et non salée d'abord. Depuis quelque temps, on a bien essayé d'utiliser d'une manière plus avantageuse la chair des animaux abattus, et il en arrive en Europe quelques

(1) *Rio de la Plata e Teneriffe*, viaggi et studii. (Milano, 1877.)
(2) *Comercio exterior de la Republica del Uruguay en 1875*, etc.

faibles quantités, sous le nom d'*extraits de viande* obtenus par le procédé Liebig. Par ces essais sur lesquels nous aurons tout à l'heure à revenir, on a obtenu d'assez bons résultats, mais forcément limités, et s'ils aspirent à devenir, en fait de viande conservée, les fournisseurs attitrés de l'Europe, de l'Angleterre surtout, qui en ce moment même regarde du côté du Canada et des États-Unis pour l'approvisionnement de ses boucheries, les riverains de la Plata devront évidemment trouver plus et mieux.

Il y a quelques années, il n'y avait guère dans tout le bassin de la Plata qu'une manière de voyager. Habitué à l'équitation dès sa première enfance et à demi centaure, *el hijo del païs* faisait, sans s'en apercevoir et au grand galop de son cheval, des traites quotidiennes de trente lieues, et force était au voyageur étranger peu fait à ce mode de locomotion, de profiter des charrettes qui allaient d'une province à une autre, traînées par des bœufs et faisant de six à huit lieues par jour, ou des *tropas de mulas*, marchant plus vite que les charrettes, mais plus fatigantes, pour peu qu'il ne fût pas assez riche pour se procurer une voiture à lui, ou tout au moins une place dans un de ces lourds véhicules à la vieille mode castillane que l'on appelait *messageries*, et que l'on voyait de temps à autre se mouvoir sur les grandes routes, au petit trot de sept chevaux étiques et montés chacun par un postillon. Rien de plus pittoresque, sans doute, que cette lourde voiture européenne, au milieu d'un désert américain ; mais, comme moyen de transport, rien aussi de moins confortable, et le voyageur qui, arrivé au gîte, voulait refaire ses forces et reposer ses membres courbaturés devait encore, de toute nécessité, transporter avec lui ses vivres et sa literie. Aujourd'hui la locomotive siffle à travers les *pampas ;* près de deux mille kilomètres de voie ferrée sillonnent les régions au sud du grand fleuve, et il est question d'un chemin de fer qui, franchissant la colossale barrière des Andes et se prolongeant par le Chili jusqu'à Valparaiso, joindrait ainsi les deux océans. L'Uruguay possède aussi deux voies ferrées, qui présentent actuellement un développement de quatre cent quatre-vingts à cinq cents kilomètres ; l'une, connue sous le nom d'*El Central* et commencée en 1871, réunira, quand elle sera achevée, Montevideo à la frontière brésilienne, et la seconde, qui s'appelle l'*Alto Uruguay Ferro Carril,* suit ce fleuve, sa ligne principale allant de Salto à Santa Rosa.

Les finances sont le mauvais côté de l'Uruguay et la dette que ce pays a contractée envers les grands banquiers de Lombard-Street lui est lourde. Les agitations politiques et les querelles intestines dont il n'est que trop coutumier ne tendent point assurément à bonifier cette situation économique. Pendant quelques années cependant, la république a joui de la paix intérieure, sous la présidence du général Latorre, que les circonstances avaient investi d'une autorité dictatoriale. Il n'en abusait nullement, au témoignage d'un Anglais qui a résidé plusieurs années tant à Montevideo qu'à Buenos-Ayres, et ne faisait rien à quoi il pût répugner à un bon citoyen de se soumettre. La question seulement, ajoutait sur-le-champ M. Hartfield, était de savoir combien de temps l'esprit turbulent des Uruguayéens s'accommoderait de cette obéissance (1). Le général Latorre s'est chargé lui-même de la résoudre en donnant, il y a quelques mois, sa démission de président et en la motivant sur l'esprit ingouvernable du pays et l'indiscipline des Chambres. Un correspondant du *Times,* qui était à Montevideo lors de cet événement qu'il qualifie d'étrange, nous fait savoir que la démission du général Latorre répandit une telle terreur dans le pays, « que les éleveurs de l'intérieur s'empressèrent, en l'apprenant, de fuir et de courir aux *saladeros,* avec leurs bestiaux qu'ils offraient au plus bas prix, persuadés que des troubles allaient éclater et que les émeutiers ne manqueraient pas d'envahir les *estancias* et d'y faire main basse sur tout ce qui leur conviendrait ». La population de Montevideo elle-même, ou était indifférente, ou croyait à une feinte du général Latorre et lui prêtait les plus ténébreux desseins. L'élection de son successeur, le docteur de Vedal, s'est faite néanmoins avec beaucoup de régularité et dans un grand calme ; mais un vague sentiment persiste dans le peuple que ce changement de personne ne signifie rien qui vaille et présage de prochaines perturbations.

II.

Buenos-Ayres est dans une situation géographique bien moins favorable que son émule et jusqu'à un certain point sa rivale, et il est assez difficile de concevoir quelles raisons portèrent don Pedro de Mendoza, en 1535, à choisir une pareille localité pour siège du gouvernement et centre du trafic de toute la Plata. Au surplus, quel qu'ait été l'état de l'estuaire à cette date, ou bien à l'époque plus reculée (1514) où Diaz de Solis y entra le premier, il est certain que, depuis quelques années, les sables et les dépôts qu'y laissent les grandes rivières dont il est formé le comblent de plus en plus, à ce point que les grands steamers, tels que ceux de la *Royal Mail* et des Compagnies du Pacifique, sont obligés de mouiller à dix ou douze milles de Buenos-Ayres, et que même les bateaux de rivière, les chalands et les allèges ne peuvent à marée basse accoster la jetée de la douane. On a songé, il est vrai, à obvier à ce mal toujours croissant, en construisant un nouveau port, soit à l'embouchure du Riachuelo, soit à Punta-Lara ou Ensenada, deux points que relie un chemin de fer et qui sont situés à trente milles en amont du fleuve. Mais la réalisation de pareils projets coûterait des sommes énormes, et leurs partisans les plus décidés hésitent devant la crainte que l'ensablement de l'estuaire ne se continue et ne s'étende de plus en plus. Déjà un grand nombre des canaux qui font communiquer entre elles les îles du delta du Parana se sont envasés, et le destin qui a frappé Ravenne au moyen âge semble devoir être aussi celui de Buenos-Ayres dans un avenir plus ou moins reculé.

Cette ville cependant ne vit pas que du commerce étranger et des entreprises maritimes ; elle a sur ses derrières un immense territoire, et, quoi qu'il arrive, elle sera toujours la capitale d'une moitié de continent. Comme siège d'une vice-royauté pendant trois siècles, elle est devenue la rési-

(1) *Brazil and the River Plata.* (London, 1877.)

dence favorite de ces grands propriétaires terriens, que créa la conquête espagnole et qui se partagèrent le sol indien. Avant l'émancipation des colonies, les *estancieros* possédaient de grandes richesses et jouissaient d'une énorme influence; aujourd'hui encore ils constituent à Buenos-Ayres, avec les banquiers et les grands commerçants, un noyau de gens opulents et considérables. La ville, d'ailleurs, renferme 250 000 habitants, et par son mouvement, son animation, ses vastes magasins et ses beaux édifices publics, elle l'emporte sur Montevideo, Lima, Santiago, et sur toute autre capitale de l'Amérique espagnole, Rio-de-Janeiro exceptée. Cependant, avec son air jeune, c'est une vieille ville, qui a beaucoup des inconvénients des vieilles cités de l'Europe, sans en avoir le côté pittoresque et le cachet original. Elle compte à peine une rue large, une grande place; elle est mal pavée, mal arrosée, et, en temps de pluie, il s'exhale de ses rues des odeurs qui ne sont pas précisément des parfums.

Les provinces qui composent la Confédération Argentine sont au nombre de quatorze — Buenos-Ayres, Cordoba, Catenarca, Corrientes, Entrerios, Jujuy, Mendoza, Rioja, Salta, Santiago-del-Estero, San Juan, Santa-Fe, San Luis et Tucuman, — et renferment une population évaluée, par le recensement de 1869, à 1 737 000 habitants, dont plus du quart appartiennent (437 000) à la province de Buenos-Ayres. Cette population est très mêlée : elle résulte des croisements successifs des *Conquistadores*, d'abord avec les tribus aborigènes fort nombreuses qui occupaient le pays lors de leur arrivée, puis avec les nègres africains qu'ils introduisirent comme esclaves. En ces derniers temps, un troisième élément ethnique est venu se joindre aux deux autres : c'est l'immigration européenne qui, dans l'espace de dix-huit années, de 1857 à 1875, n'a pas versé sur les rives de la Plata moins de 449 000 personnes, la plupart venues de l'Italie, de l'Espagne et de la France. A ces 1 737 000 habitants des provinces proprement dites, il faut aussi ajouter les restes de l'ancienne population aborigène évalués à 92 000 hommes, qui vivent à l'état nomade, çà et là, en petites communautés dans les immenses espaces en partie inexplorés encore qu'embrassent la Patagonie, la Pampa, le Grand Chaco, le Chaco austral et le territoire des anciennes Missions. La colonisation, pour le dire en passant, a pénétré dans les deux Chaco et y a trouvé un sol d'une admirable fertilité, particulièrement propre à la culture du coton, du café, de la canne à sucre, du riz, du safran, et le territoire des Missions lui offre des perspectives plus séduisantes encore. Sa population était encore de 30 000 personnes une trentaine d'années après l'expulsion des jésuites; elle se trouve réduite aujourd'hui à 3000 à peine, qui se livrent avec un plein succès à la culture non seulement des plantes intertropicales, mais du maïs, du blé, des fèves et des pommes de terre. Le gouvernement argentin paraît avoir l'intention d'appliquer à ce beau pays, comme aux autres terrains nationaux d'ailleurs, un système de colonisation selon lequel l'État lui-même, après avoir conduit l'immigrant sur son lot de terrain, l'aiderait à le défricher et ne l'abandonnerait entièrement à ses seules forces qu'au moment où ce terrain serait suffisamment en rapport.

En somme, l'état de l'agriculture est loin d'être satisfaisant. La nature a destiné les provinces méridionales à être un inépuisable grenier de céréales, et il n'y a que peu d'années seulement que la charrue perfectionnée y est en usage. La vigne est très cultivée dans les provinces de Catamarca, de Mendoza, de Rioja, de San Juan, et elle trouverait un terrain aussi propice dans celles d'Entre-Rios, de Cordoba et de Corrientes. Toutefois, la production vinicole est restée jusqu'ici insignifiante, et les vins argentins ne rachètent pas, tant s'en faut, par leur qualité ce qui leur manque en quantité. Aussi bien, l'élève du bétail offrait-il à l'Argentin un travail très lucratif et trop facile pour qu'il se décidât de lui-même à épouser un autre labeur plus pénible et dont il ignorait le résultat pécuniaire. Mais les immigrants européens sont venus : ils ont importé avec eux la charrue en fer, la machine à moissonner, la machine à battre et la charrue à vapeur qui semble faite tout exprès pour retourner la Pampa, dépourvue de pierres et de racines. L'impulsion ainsi donnée s'est fait sentir jusqu'ici surtout dans les provinces du littoral, celle de Buenos-Ayres tout particulièrement, et la superficie des terrains emblavés s'y accroît d'année en année; mais il y a aussi des symptômes de progrès dans l'intérieur (1).

L'immense plaine qui porte le nom de Pampa commence aux portes mêmes de Buenos-Ayres, pour s'étendre jusqu'à 500 lieues et plus loin et ne finir qu'au détroit de Magellan au sud et aux Andes à l'ouest. Mais la civilisation n'arrive pas jusque-là : à cent vingt lieues au sud comme à quatre-vingts à l'ouest, la Pampa est le domaine de l'Indien sauvage, ennemi du colon et défenseur contre lui de sa terre stérile et de son désert inutile. Partout elle présente le même aspect uniforme : c'est une mer de verdure, sans arbres, sans fleuves, sans montagnes, presque sans villages, qu'accidentent à peine quelques plis de terrain plus étendus que profonds et qui rappellent la longue vague de l'Atlantique. A l'état sauvage, ce désert ne produit qu'une herbe haute et dure, le *Gynerium Argenteum* des naturalistes, qu'on appelle dans le pays *Baya Brava* ou *Pampa*, et qui a laissé son nom aux lieux mêmes qu'elle recouvre. Les premiers chevaux et les premières bêtes à cornes que les Espagnols introduisirent dans la Pampa refusèrent de consommer cette herbe et, faute d'aliments, périrent pour la plupart. Il fallut, avant de conquérir ces terrains à l'élève du bétail, recourir longtemps aux fourrages européens, et les naturalistes s'accordent avec les agronomes pour penser que les graines fourragères qui devaient remplacer les rudes graminées indigènes furent apportées dans les chargements de fourrages destinés aux animaux que les colons amenaient avec eux.

Ce fut en 1553, c'est-à-dire une quarantaine d'années après les premières descentes des Espagnols sur les rives de la Plata, que deux Portugais dont l'histoire a gardé les noms, les frères Goës, amenèrent par la voie de terre, de Sainte-

(1) Voir Ricardo Napp, *la Confédération Argentine*, volume écrit en français et préparé pour l'Exposition de Philadelphie.

Catherine sur la côte brésilienne jusqu'à l'Assomption du Paraguay, huit vaches et un taureau, souche de tout l'immense bétail qui paît aujourd'hui dans les plaines platéennes. La race en est restée, pendant trois siècles, ce qu'elle était tout d'abord, et il y a peu d'années seulement que de riches propriétaires ayant importé des taureaux de Durham ont créé une race métisse fort belle et qui fournit d'excellentes vaches laitières. Mais l'*Estanciero* (1), lui, s'inquiète fort peu du lait et de ses produits ; il n'emploie pour sa cuisine ni beurre, ni graisse, ni huile, se contentant pour ses repas d'un copieux rôti qu'il n'assaisonne que de son jus. Comme éleveur, c'est le cuir qu'il recherche ; c'est la viande qui, salée et desséchée, s'expédie à la Havane et au Brésil, où, comme nous l'avons déjà dit, elle forme la grande nourriture des noirs. Ce n'est que dans les environs de Buenos-Ayres que les vaches laitières sont exploitées, et c'est à peine si, dans une *estancia* pampéenne, riche de plusieurs mille vaches, on en trouverait deux ou trois de lactifères et consacrées comme telles aux besoins de l'habitation.

La Pampa renferme aujourd'hui 13 millions de bêtes à cornes, et l'on estime qu'elle pourrait en nourrir 250 millions, car c'est à peine si l'élève du gros bétail occupe encore le vingtième du sol à conquérir sur le désert et l'Indien. Cette élève représente la grande culture : il faut de la place à ces animaux qui, renfermés dans des espaces trop étroits, ne manqueraient pas de dépasser leurs limites et de se répandre sur les terrains contigus. Aussi, n'est-il pas d'estancia qui n'ait au moins une superficie d'une lieue carrée dans les meilleurs terrains, et il en existe, dans les mauvais, qui ont de 15 à 20 lieues carrées. Dès à présent, c'est la Pampa qui approvisionne Rio-de-Janeiro de bétail sur pied, et si la science parvient un jour à résoudre le problème de conserver les viandes abattues de manière qu'elles puissent supporter de longs transports, les marchés du monde entier deviendront les tributaires de l'Amérique méridionale. Mais tous les efforts tentés pour découvrir un moyen de conserver la viande à l'état frais ont échoué jusqu'ici. Un concours s'ouvrit à cet effet en 1868 à Buenos-Ayres, et soixante-douze systèmes, dont vingt-sept avec échantillons, y figurèrent; mais pas un ne fut jugé digne du prix ; pas un ne satisfaisait l'œil, l'odorat et le goût tout ensemble. Pour combattre l'air atmosphérique, qui est l'agent de putréfaction le plus énergique, on a essayé de toutes les substances : de l'huile comme les Romains, du miel comme les Scythes, de la graisse, du vinaigre, de l'alcool. On a même recouru au procédé Appert, qui consiste, comme chacun le sait, à enfermer dans des boîtes hermétiquement fermées la substance à conserver et ensuite à la plonger, ainsi enveloppée, dans un bain-marie. Mais ce procédé, outre qu'il ne laissait pas à la viande son aspect naturel, était d'une application trop coûteuse, tandis que les autres, fort bien appropriés aux besoins limités d'une famille, ne suffisaient pas pour la conservation de millions de bœufs et la consommation de nations entières. En dernier lieu, on s'est arrêté à la conservation par le froid sans emploi direct d'aucun réactif : on a tenté de disposer à bord de navires *ad hoc* de grandes glacières et d'y transporter des bœufs entiers, pour les livrer aux boucheries européennes, tels qu'ils sortiraient des abattoirs américains (1), et l'heureux voyage du *Frigorifique* semble bien indiquer que la question est décidément entrée dans la voie de sa solution définitive (2).

Les bêtes ovines sont au nombre de 57 millions, quoique leur élevage remonte à une date fort récente. Il y a trois siècles en effet que le mouton a été importé dans ces contrées, et ce n'est qu'en 1850 seulement qu'il a commencé à y prendre quelque valeur vénale. Jusqu'alors il y avait vécu à l'état sauvage, presque chassé comme un fauve; sa laine même n'était pas recueillie, sa viande ne figurait sur aucune table et, quand on le tuait, c'était pour faire servir sa chair desséchée au chauffage des fours à chaux. Ainsi livrée absolument à elle-même, l'espèce avait dégénéré ; le mouton créole, qu'on ne tondait pas d'une façon régulière, vit sa laine se feutrer, tomber et faire place à un poil court, raide et luisant. Les immigrants européens ont changé tout cela ; ils ont remplacé cette race dégénérée par des sujets de race européenne, des Rambouillet, des Costwold, des Lincoln, qu'ils s'étaient procurés à grands frais et qu'ils croisèrent avec les restes des anciens troupeaux. Aussi, à cette heure, les laines de la Plata valent de 20 à 25 francs l'*arrobe* (11 kil. 485 gr.); les peaux s'achètent jusqu'à 80 francs la douzaine, et l'exploitation de ces deux produits arrive au chiffre de 250 000 ou 300 000 balles par an.

Les estancias consacrées à cette industrie sont généralement de dimensions assez réduites, et l'on peut dire que l'élève du mouton représente là-bas la petite propriété, comme l'élève des bêtes à cornes représente la grande. Pour un troupeau de deux mille têtes, 200 hectares, 250 au maximum, suffisent et sur deux lieues de pâturages passables, on peut installer dix ou douze troupeaux de cette importance. Le système pratiqué est celui de l'association. Le propriétaire du terrain fournit un *rancho* et 200 hectares, avec 1000 brebis, à un métayer qui apporte de son côté 1000 autres brebis et qui entre pour moitié dans les frais d'installation. Tous les produits se partagent par moitié, le métayer jouissant, en outre, du droit de tuer, sans en tenir compte, tous les animaux nécessaires à sa consommation et à celle de sa famille.

(1) *Estanciero* de *Estancia*, comme *Hacendero* de *Hacienda*. L'estancia est la ferme à bétail et l'hacienda la ferme à blé.

(1) Voir : *Buenos-Ayres, la Pampa et la Patagonie,* par M. Émile Daireaux. (Hachette, 1878.) M. Daireaux est allé s'établir sur les bords de la Plata en qualité d'avocat et y a fait un séjour déjà long. Il parle de ce qu'il connaît et en parle bien.

(2) Scientifiquement, ce n'est pas douteux, puisque les viandes transportées par le *Frigorifique* ont été trouvées très saines et très mangeables, après un séjour de cent cinquante jours et plus dans les cales du navire. Commercialement et pratiquement, c'est autre chose, les viandes exposées en vente à Rouen et à Paris, et qui furent effectivement vendues à un prix de 50 pour 100 inférieur aux prix du marché français, ces viandes étant revenues primitivement aux vendeurs à un prix supérieur à celui des produits indigènes. (Voir dans le numéro du 6 septembre 1879 de la *Revue scientifique*, l'article de M. Callet, intitulé : *Importation des viandes américaines en Europe.*)

Cette industrie donne des bénéfices vraiment prodigieux : il ne s'agit de rien moins que d'un revenu de 100 pour 100 en année moyenne et pour un troupeau ordinaire. En revanche, il faut savoir prendre son parti d'une vie qui n'est ni gaie ni douce, d'une vie qui s'écoule dans les occupations les plus monotones, dans un milieu dépourvu de toute variété et de toute excitation, à part les époques de tonte célébrées là-bas par des festins et des fêtes, tout comme on fait chez nous de la moisson et de la vendange.

Le nom seul de pampa éveille l'idée de la race à part qui la peuple. Généralement d'une taille élevée, le visage osseux et carré, les cheveux noirs et durs comme ceux de l'Indien, le Gaucho est vraiment le Centaure moderne : il fait corps avec son cheval pour ainsi dire et, pour lui, la plus grande humiliation est d'aller à pied. En remontant le Parana, les *conquistadores* n'avaient d'autre dessein que de chercher par terre une route vers le Pérou qui fût plus courte que la voie maritime du cap Horn, et ils ne songeaient dans cette exploration qu'à se servir du cheval comme porteur. Mais, trompés dans leur principale recherche et s'étant établis sur les bords de la Plata, l'idée leur vint d'implanter dans le Nouveau-Monde l'élève du cheval, cette industrie des peuples primitifs. Les chevaux abandonnés par Mendoza, sur les lieux mêmes où, une cinquantaine d'années plus tard devaient s'élever les premières maisons de Buenos-Ayres, avaient pullulé, et la multiplication des troupes de chevaux libres disséminés dans la Pampa devint si rapide que les colons bientôt ne surent plus que faire de ces quadrupèdes. Aujourd'hui encore, malgré la consommation qu'en font des guerres telles que celle du Paraguay qui en fit périr plus de 400 000 ; malgré des abatages annuels destinés autant à en réduire le trop grand nombre qu'à en utiliser la graisse et la peau, la race chevaline, à peine surveillée et abandonnée à elle-même ou à peu près, suffirait aux besoins d'une population dix fois plus considérable, dût-elle en abuser comme par le passé (1).

L'esprit que trouble et que dégoûte le spectacle des agitations perpétuelles et des troubles incessants dans lesquels les jeunes républiques hispano-américaines consument leurs forces vives, l'esprit risque d'oublier les circonstances qui ont présidé à leur naissance. Ce n'est jamais impunément qu'un peuple, tenu dans une ignorance complète et assujetti à un joug abrutissant, passe du jour au lendemain à l'indépendance nationale et à la liberté politique. A peine la guerre de l'indépendance était-elle terminée, que ses anciens généraux, animés d'ambitions personnelles et transformés en *caudillos* (partisans), se disputaient le pouvoir, et que la guerre civile éclatait des bords de la Plata aux rivages du Pacifique. Tel est le mal dont toutes les colonies émancipées ont plus ou moins souffert, et dont quelques-unes, le Pérou et le Mexique par exemple, sont en train de mourir. Tel fut aussi le sort de la Confédération Argentine jusqu'en 1835 : elle n'y échappa que pour tomber sous la brutale dictature de Rosas, qui en fit une sorte de Chine américaine tout à fait isolée de l'Europe et qui ne fut renversé qu'en 1852. Cette chute fut le signal d'une transformation étonnante et qui, malgré sa rapidité, est loin d'avoir dit son dernier mot. Le peuple argentin a beaucoup fait, énormément si on le veut ; mais il lui reste beaucoup à faire, et il en est lui-même convaincu. C'est assurément une chance de succès : seulement il ne faudrait pas rouvrir, comme on a pu le craindre il y a quelques années, l'ère des discordes civiles, et il faudrait aussi se mettre à économiser.

L'adage que de bonnes finances et une bonne politique c'est tout un est aussi vrai de ce côté-là de l'Atlantique que de ce côté-ci, et les hommes d'État argentins en ont eu, il y a quelques jours, la meilleure des preuves quand ils ont vu les treize provinces du haut du fleuve menacer de se séparer de Buenos-Ayres par suite d'impôts trop lourds, mal employés et mal répartis. De bonnes finances et la tranquillité intérieure appelleront de nouveaux émigrants vers les rivages, et l'immigration est le gage de la prospérité future de ce pays, comme elle en a été dans le passé le salut. Son importance économique a été énorme : de 1852 à 1860, nous dit M. Daireaux, à peine y avait-il quelques Français à Buenos-Ayres, et l'exportation des vins pour tout le bassin de la Plata n'atteignait pas 500 barriques. Vers 1860, la création d'une ligne de steamers de Buenos-Ayres à Bordeaux fut le signal d'un commencement d'émigration, qui s'accentua en 1866 et qui avait donné naissance, six ans plus tard, à une colonie de 50 000 Français. Eh bien, alors l'exportation des vins de Bordeaux pour la Plata arriva, dans un *mois*, à 28 000 barriques, et ne descendit dans aucun cas au-dessous de 15 000 ou 18 000. « Niera-t-on, ajoute notre auteur, que ces quelques milliers de Français aient plus fait pour développer notre richesse nationale, en la faisant connaître au dehors, que cinq cent mille Français pris au hasard, qui sont restés chez eux ?... Et ce qui est si sensible dans l'ordre matériel ne l'est pas moins dans l'ordre moral et intellectuel. Nos livres, nos journaux sont surtout répandus au dehors par ceux qui émigrent et inspirent aux étrangers le désir de connaître un pays où tout se sait et s'enseigne. C'est ce qui amène chez nous, avec de nombreux étrangers, un élément nouveau de richesse (1). »

AD.-F. DE FONTPERTUIS.

ANTHROPOLOGIE

L'Exposition d'anthropologie de Moscou.

La Société des amis des sciences naturelles de Moscou a fait paraître le compte rendu de ses séances, à partir du mois de janvier 1878, jusqu'à l'ouverture de l'exposition d'anthropologie, le 3 avril 1879. Cette belle publication, ornée de chromo et de lithographies, ainsi que de nombreux dessins, est accompagnée de neuf fascicules, qui renferment la description détaillée des richesses scientifiques de l'exposition.

(1) On évalue à 4 000 000 le nombre des bêtes chevalines.

(1) *Buenos-Ayres, la Pampa et la Patagonie.*

Deux fascicules contiennent en outre les conférences faites par les membres du comité d'anthropologie, en vue de familiariser le public russe avec les collections que le concours des sociétés savantes étrangères et le dévouement à la science des savants russes avaient momentanément réunies dans les murs du musée polytechnique de Moscou.

L'exposition a été un succès national et a affirmé le droit de la Russie à prendre part aux travaux qui doivent préparer l'avènement définitif de l'anthropologie au rang élevé auquel elle peut prétendre. Les anthropologistes russes se font gloire de suivre l'impulsion féconde imprimée par le regretté professeur Broca, à la science qu'il avait en quelque sorte identifiée avec son nom. C'est d'après la méthode suivie par lui et par les procédés qu'il employait, que se pratiquent en Russie toutes les mesures crâniométriques. On y a adopté le plan alvéolo-condylien qui a, sur tous les autres, l'avantage d'une orientation facile et d'un fait constant, au milieu de divergences crâniologiques. En effet, il permet de poser le crâne dans une attitude conforme à l'attitude de la tête chez le vivant, et de se guider d'après la direction naturelle du regard tourné vers l'horizon.

Le recueil des séances du comité d'anthropologie, où sont consignés les rapports sur les travaux préparatoires des membres, nous fait parcourir le champ de leur activité spéciale. C'est un monument durable de leurs efforts, en même temps qu'une encyclopédie de toutes les connaissances qui se rattachent à l'histoire naturelle de l'homme.

La section d'ethnographie, dont le catalogue raisonné a été fait par M. Bortzof, nous montre les degrés historiques de la culture primitive, s'élevant peu à peu à son état de développement actuel. Le Turkestan et le pays du Couban y sont largement représentés. La vie des peuples, sous tous ses aspects, dans toutes ses manifestations matérielles, dans les procédés de fabrication, dans les objets d'économie domestique, le mobilier, les costumes, les ustensiles, dans une foule de particularités curieuses, se révèle aux yeux de l'observateur.

Il existe encore des peuples qui sont placés si bas sur l'échelle de la civilisation, qu'ils ne savent ni préparer le pain, ni lui donner une forme régulière. Les Samoyèdes d'Arkhangel entourent un bâton d'une pâte mal délayée, qu'ils présentent ensuite au feu. C'est un pain cuit à la broche, mais qui n'a rien d'appétissant. Plus loin, vers le nord, là où la terre est avare, on mélange le blé avec du lichen, de l'écorce d'arbre, de la paille hachée. Le pain qui sert au rituel religieux se distingue par des dessins et des ornements, dont quelques-uns sont fort artistement entendus. Le pain en l'honneur du printemps est décoré d'arbres, d'oiseaux et de fleurs, ingénieusement disposés. Les costumes nationaux offrent un intérêt particulier. Le peuple russe recherche la simplicité et l'uniformité dans ses vêtements. Au Turkestan, ce sont les couleurs éclatantes et les dessins variés qui abondent.

L'école de Pomorsk, avec ses modèles de typographie, ses images de saints, ses miniatures, avec ses merveilleuses copies manuscrites des livres sacrés, attirent l'attention sur le mouvement religieux du peuple de la Grande-Russie. Les anciens livres se copient sans altérations par des hommes qui croient sauver leur âme et faire œuvre pie. Ces textes, transportés d'un bout de la Russie à l'autre, se vendent à des prix énormes et constituent le trésor religieux d'une famille ou d'une communauté.

Parmi les instruments de musique, les plus curieux sont le psaltérion d'Olonetz, dont il est question dans les manuscrits du XIe et du XIIe siècle ; le tambourin, la trompette et le chalumeau, en usage dans le Turkestan.

Dans la section médico-anthropologique, on a réuni tout ce qui avait trait à la première éducation physique que l'enfant reçoit dans les différentes provinces de la Russie. M. le docteur Pekrowski décrit, dans son catalogue raisonné, l'influence que certaines pratiques exercent sur le développement et la structure du crâne. Il y a des déformations ethniques qui n'ont d'autres causes que des compressions prolongées sur la tête de l'enfant.

Un mannequin représente une femme de la Russie Blanche, portant sur le dos un berceau en forme de boîte oblongue. Fait avec l'écorce de la tige de chanvre, il est très léger, s'applique exactement au dos et n'empêche pas la mère de se livrer aux travaux des champs ou à ses occupations domestiques, avec l'enfant empaqueté dans le berceau. Un autre mannequin nous montre une Tchermiska, de Nigegorod, portant son enfant dans un berceau suspendu à son cou par une corde passée sous les bras. Elle monte à cheval avec son fardeau, sans être gênée dans ses mouvements.

Au Caucase, on serre la tête du nouveau-né avec des bandelettes, pour donner au crâne une forme étroite et longue, qui s'adapte mieux à la coiffure du pays. En Grousie, on entoure la tête de l'enfant d'une ceinture, fortement serrée, qu'on ne change point pendant plusieurs mois. L'enfant, emmaillotté, est placé dans son berceau, la tête plus bas que les épaules, afin d'allonger le cou; un cou long étant considéré comme une beauté dans ce pays.

La section de pathologie contient encore des modèles de lésions chirurgicales, des cas de blessures pendant les guerres de 1870-1871 et 1876-1878, des cas de tératologie, etc.

La section crâniologique, sous la direction de l'éminent professeur Bogdanof, est une des plus intéressantes et des plus instructives de l'exposition.

La section de géologie et de paléontologie, la section préhistorique, renferment des matériaux d'un intérêt scientifique spécial.

Nous signalerons en terminant les remarquables travaux sur la démonographie, dus à M. Davidof, vice-président et doyen de la faculté physico-mathématique, ainsi que l'excellent rapport de M. Benzengre, sur l'anthropologie de la population féminine de Moscou.

BULLETIN DES SOCIÉTÉS SAVANTES

Académie des sciences de Paris

SÉANCE DU 11 OCTOBRE 1880.

M. *Berthelot* remarque que, si l'on fait agir un acide dissous dans l'eau sur une base ou sur un sel dissous, ou bien une base dissoute sur un acide ou sur un sel dissous, ou bien encore deux sels dissous l'un sur l'autre, toutes les fois que les produits résultants sont également solubles et forment un système homogène, la réaction n'exige, en général, pour s'accomplir, aucun intervalle de temps appréciable, autre que celui nécessaire pour effectuer le mélange exact des deux liqueurs.

Lorsqu'un système liquide, solide ou gazeux, éprouve des changements lents, par suite de quelque modification progressive dans sa constitution physique ou chimique, ces changements n'échappent point aux méthodes thermiques, quel que soit d'ailleurs le temps nécessaire à leur accomplissement. Il suffit, pour les étudier, de recourir au théorème des actions lentes, d'après lequel la chaleur dégagée dans une action lente est la différence entre les quantités de chaleurs dégagées lorsque l'on amène à un même état final, à l'aide d'un même réactif, le système des composants et celui des produits de la réaction lente.

Mais, dans les réactions salines, le temps n'intervient ainsi que pour des corps tout à fait spéciaux, susceptibles de varier par leur hydratation ou leurs états isomériques. En général, la même méthode, appliquée dans des centaines d'expériences aux actions réciproques des acides solubles, des bases solubles et des sels dissous, démontre que ces réactions sont accomplies et que l'équilibre chimique résultant est atteint au bout d'un temps excessivement court.

Sans doute, aucune action naturelle n'est absolument instantanée, et il est à croire que l'on réussira un jour à constater dans les réactions salines une courte période de changement, analogue à la période incomparablement plus longue des réactions éthérées, et comprise de même entre le moment où le système est devenu physiquement homogène et celui où il a atteint son équilibre chimique. Mais les faits connus, lesquels embrassent tous les mélanges salins fondamentaux, au nombre de plusieurs centaines, établissent que cette période variable est excessivement courte et renfermée tout entière dans la brève durée de l'expérience calorimétrique.

L'équilibre chimique, établi si rapidement dans les systèmes salins dissous, semble d'ailleurs corrélatif de la conductibilité électrolytique qui caractérise ces systèmes.

— M. *Faye* attribue la pellagre à l'usage du maïs avec lequel on fait la polenta, mets favori des Italiens, de même qu'il attribue la pellagre qui sévit dans les Landes au millet contenu dans la cruchade, sorte de bouillie en faveur dans le midi occidental de la France. La cruchade et la polenta ont le défaut de n'avoir pas passé par une fermentation préalable. La digestion en est plus difficile que celle du pain levé; l'assimilation par nos organes de cette bouillie refroidie est moins complète, en sorte que, sur des individus, soumis d'ailleurs à de mauvaises conditions hygiéniques, il peut en résulter à la longue une affection particulière que l'usage habituel du pain levé ferait disparaître.

En fait, les larges routes et les chemins de fer qui sillonnent aujourd'hui les Landes ont eu cela de particulier de faire abandonner la cruchade confectionnée à la maison. Depuis que le pain des boulangers l'a remplacée, la pellagre n'existe plus.

La pellagre est une maladie très particulière de la peau qui ne ressemble nullement, dans sa marche si lente, aux effets d'un empoisonnement accidentel. Elle dure et se développe indéfiniment; seulement elle s'exaspère chaque année vers l'époque des équinoxes. Parvenue à un certain degré, elle ne se guérit pas. Souvent elle finit par attaquer le cerveau; elle peuple alors les maisons d'aliénés. Dans tous les cas, elle dépeuple le pays, par suite de quelque débilitation des fonctions génésiques. L'an passé, on en comptait quarante mille cas bien caractérisés en Lombardie, et trente mille en Vénétie, précisément dans les contrées les plus riches et les plus productives de l'Italie. Cette maladie est inconnue, au contraire, dans l'ancien Napolitain, en Sicile et en Sardaigne. C'est assez dire que si la misère ou la mauvaise hygiène facilite le développement de la pellagre, elle n'en est pas du tout la cause. Cette maladie est intimement liée à un régime alimentaire très particulier. En effet, partout où la pellagre se rencontre à l'état endémique, on mange de la polenta ou de la cruchade, c'est-à-dire du pain azyme; partout où l'on mange du pain levé, la pellagre est inconnue. Ce simple rapprochement paraît décisif, bien qu'il soit difficile d'expliquer médicalement l'action que le régime exclusif du pain azyme exerce à la longue sur une constitution appauvrie.

— M. *Antoine Breguet* lit une note sur les appareils photophoniques de MM. Graham Bell et Sumner Tainter.

Nous avons déjà mis, à deux reprises, nos lecteurs au courant de ces magnifiques expériences. Nous ne mentionnerons donc ici que ce qui n'a pas encore été complètement mentionné dans les numéros de la *Revue* des 25 septembre et 9 octobre.

M. Bell a réalisé une forme nouvelle de l'expérience qui sert à vérifier que les rayons lumineux intermittents, projetés sur une substance quelconque, causent la production d'un son. Cette forme consiste à soumettre à la lumière vibratoire une éprouvette de verre renfermant toute espèce de corps, et à l'orifice de laquelle est ajusté le tube acoustique que l'on porte à son oreille.

Dans la journée du dimanche 10 octobre, M. Bell a expérimenté un grand nombre de substances différentes, et nous pouvons citer les cristaux de bichromate de potasse et de sulfate de cuivre, l'ébonite, le charbon de cornue, le soufre et la fumée de tabac, parmi ceux qui ont donné les meilleurs résultats.

— M. *E. West* : sur les équations algébriques.

— M. le docteur *Carpentin* donne quelques renseignements sur le tremblement de terre qui a eu lieu récemment à Smyrne.

Le 29 juillet 1880, à quatre heures cinquante-trois minutes du matin, un terrible tremblement de terre, de douze à quinze secondes de durée, le plus fort depuis 1778, ébranla la ville entière, en jetant la consternation parmi les habitants.

La direction générale des mouvements était nord-nord-ouest sud-sud-est; mais ils se sont manifestés de diverses manières, en produisant l'effet d'une poussée verticale souterraine, suivie d'ondulations et de mouvements gyratoires, en sorte que ce tremblement de terre, composé de plusieurs secousses, paraît devoir être considéré comme ayant été produit par des mouvements *mixtes*.

A défaut d'indications notées par un sismographe, j'ai pu recueillir les éléments fournis par un instrument enregistreur qui en a rempli l'office. C'est un piano dont les angles ont gravé, sur les murs d'un salon, des empreintes qui constituent des données suffisantes pour établir approximativement l'intensité du tremblement de terre, le nombre de secousses dont il était composé, la poussée verticale, le mouvement dans les différents sens : longitudinal, transversal, vertical, gyratoire et hélicoïdal. C'est ce dernier mouvement, résultant de la combinaison des autres, qui a dû déterminer la projection presque régulière, sur le sol, de l'eau contenue dans les bassins, dans les terrines ou autres vases circulaires, qui étaient à peu près vidés après la catastrophe.

L'intensité de ce tremblement de terre a été très forte, comme on peut en juger par les effets produits. Il se produisit des

craquements dans toutes les maisons et des écroulements nombreux.

D'après les renseignements de l'auteur, le mont Sipyle, et plus particulièrement sa partie occidentale, appelée *Imamlar Dagh,* aurait été le centre du mouvement, dont le maximum d'intensité se serait manifesté dans le voisinage du bourg de Ménémen.

Le mode de propagation du mouvement paraît avoir été concentrique. En effet, la violence des secousses a été d'autant moins accusée que les points où elles ont été senties sont plus éloignés du foyer. C'est ainsi que ce tremblement de terre a été localisé à la plus grande partie de la province de Smyrne.

La vitesse de propagation du mouvement n'a pu être appréciée faute d'observations exactes sur l'heure où le phénomène s'est manifesté dans les diverses localités.

Voici un extrait du procès-verbal (masbata) dressé par les autorités de cette ville, le lendemain de la catastrophe :

« Sur 1140 maisons dont se compose Ménémen, dit ce document, 220 sont inhabitables, et le nombre des maisons et boutiques entièrement écroulées s'élève à 455. Toutes les mosquées, au nombre de 7, ont été endommagées; 6 ont perdu leurs minarets, et leurs coupoles menacent ruine. L'église grecque est hors de service. On compte 6 morts et 31 blessés. La population campe dans les vignes.

« A une demi-heure de distance de Ménémen, du côté de l'ouest, la terre s'est fendue en plus de cent soixante endroits différents, et les fentes se sont refermées après avoir vomi, pendant trois heures, des eaux vert noirâtre qui ont inondé une grande partie de la plaine. »

« Quelques-unes de ces crevasses, de $0^m,20$ à $0^m,30$ de largeur, ont donné issue à des eaux d'abord jaillissantes, puis courantes, pendant trois jours. En un point, où une grande ouverture avait englouti un champ de blé, on a vu sourdre un volume d'eau considérable, dans lequel il y avait des herbes marines, quoique la mer fût à une distance de trois heures. Cette eau était froide et saumâtre. Partout on sentait l'odeur caractéristique du soufre.

« Les villages d'Émir-Alem, Suleymanli, Barudjé, Hissar, Borghir et Telekler, sis aux environs de Ménémen et composés chacun d'environ 150 maisons, ont été presque anéantis, et c'est à peine si 5 ou 6 habitations sont restées sur leurs fondements dans chacune de ces localités. »

La ligne du chemin de fer de Smyrne à Cassaba, qui traverse le foyer du tremblement de terre, a été assez dérangée près du Boghaz pour qu'un train venant de Magnésie ait été forcé de rebrousser chemin. M. *Redeuil,* ingénieur français et administrateur de cette ligne, a constaté que, sur plusieurs points, le terrain s'était affaissé de $0^m,60$ par glissement.

En résumé, les ravages et les phénomènes produits par ce tremblement de terre ont été limités à la chaîne du Sipyle et aux plaines qui entourent ces montagnes, dans un périmètre de quelques lieues seulement.

Cependant le contre-coup de cet ébranlement s'est fait sentir à de grandes distances du foyer (à Brousse, à Rhodes, etc.). Les journaux d'Athènes ont annoncé que les chronomètres de cette ville se sont arrêtés le 29 juillet, au moment même où les terribles secousses avaient failli détruire Smyrne.

Smyrne, pour ainsi dire, située à califourchon sur les ramifications souterraines des volcans de l'Archipel, des foyers volcaniques du groupe du Kizil-Dagh et de ceux du mont Sipyle, occupe une position dangereuse qui lui a valu déjà, à travers les siècles passés, des destructions et des reconstructions nombreuses.

Les foyers des tremblements de terre qui ont détruit si souvent cette ville, dans l'antiquité comme de nos jours, paraissent toujours siéger au nord, sous le Sipyle, point où, depuis 1362 environ avant Jésus-Christ, c'est-à-dire depuis plus de trois mille ans, on peut admettre l'existence d'un volcan, trop faible pour s'ouvrir un cratère permanent, mais assez fort cependant pour bouleverser le sol et renverser des villes à des époques presque périodiques.

— M. *Poirot* pense que la culture de l'absinthe dans le voisinage des vignes pourrait les préserver du phylloxera.

— M. *G. Bigourdan* communique l'éphéméride de la comète *b* 1880 et des observations sur la comète *d* 1880.

— M. *A. Pujet :* sur la fonction résolvante de l'équation $x^m + px + q = o$.

— M. *Ph. Gilbert :* sur une propriété de la fonction de Poisson et sur l'intégration des équations aux dérivées partielles du premier ordre.

— M. *Göran Dillner :* sur une classe très étendue d'équations différentielles linéaires à coefficients rationnels dont la solution dépend de la quadrature d'un produit algébrique irrationnel.

— M. *Lipschitz :* Principes d'un calcul algébrique qui contient comme espèces particulières le calcul des quantités imaginaires et des quaternions.

— M. *David :* sur la partition des nombres.

— M. *Ch. Cros,* à propos de la découverte de M. Graham Bell, rappelle qu'il avait publié, en 1879, un mémoire d'où nous extrayons les passages suivants :

« Voici quelles expériences je ferais, si j'en avais le loisir et les moyens :

« On ferait entrer, dans un tuyau renforçant une note de *n* vibrations à la seconde, un rayon lumineux interrompu et rétabli *n* fois par seconde. La raréfaction ou la condensation alternative du milieu gazeux pourrait peut-être faire parler le tuyau. »

Nous pensons que de l'idée à l'exécution il y a fort loin, et que si la note précitée de M. Cros donne lieu à une remarque certainement intéressante et qui lui fait aujourd'hui honneur, grâce aux travaux de M. Graham Bell, elle ne peut donner lieu à une réclamation de priorité. Il eût fallu pour cela que M. Cros eût fait des expériences que, de son propre aveu, il n'a pas eu le loisir de faire.

— MM. *J. Macé* et *W. Nicati* ont poursuivi leurs études sur la distribution de la lumière dans le spectre solaire et sont arrivés à formuler les conclusions suivantes :

1° Dans tous les cas, l'intensité maximum est dans le jaune, en un point très voisin de la raie D, conformément à l'opinion généralement reçue.

2° Si l'on compare entre eux les résultats obtenus pour un même observateur avec des quantités de lumière de plus en plus faibles, on constate que, avec la diminution de l'éclairage, la courbe représentative des intensités se relève beaucoup à partir du bleu, ce qui revient à dire que la perception du bleu et du violet diminue beaucoup plus lentement avec la diminution de l'éclairage que celle des couleurs moins réfrangibles, et que depuis l'extrême rouge jusqu'au vert de longueur d'onde $0^{\mu},5$ environ, la loi de distribution de l'intensité reste absolument la même, quel que soit l'éclairage, aux erreurs près d'observation.

3° Si l'on compare entre eux les résultats obtenus pour les divers observateurs placés dans les mêmes conditions, on trouve des variations notables, surtout dans le bleu, mais aussi dans le rouge. Il faut en conclure qu'il y a, entre différents yeux également capables de discerner les couleurs, des différences très sensibles. Ces mêmes différences se retrouvent, fortement exagérées, dans les cas de daltonisme.

— M. *C. Decharme*, dont nous avons publié un intéressant article sur les formes vibratoires des pellicules de liquide glycérique, a cherché à découvrir les lois qui régissent les formes des pelliculaires circulaires, et il a pu établir que, pour un même diamètre de pellicules, les nombres de nodales sont inversement proportionnels aux longueurs de tige vibrante correspondante.

— M. *A. Étard* rappelle que pendant un certain temps le borure et le borocarbure d'aluminium cristallisés ont été considérés comme du bore et classés à côté du carbone et du silicium, en raison de leur ressemblance extérieure avec le graphite et le diamant. Les recherches de MM. Wöhler et H. Sainte-Claire Deville sur le bore graphitoïde et celles de W. Hampe sur le bore adamantin ont montré la véritable nature de ces corps, et le bore, exclu de la famille du carbone, n'a pu trouver de place dans la classification.

En s'appuyant sur l'atomicité du bore, qui passe de 3 à 5 d'après les combinaisons $BoCl^3$ et $BoOCl^3$, récemment découvertes par Councler, M. Étard a pensé que le bore devait nécessairement faire partie du groupe du phosphore.

— M. *J. de Girard* a réussi à préparer le propylacétal et l'isobutylacétal par le mode de production déjà indiqué par lui pour l'acétal.

On fait passer pendant plusieurs heures un courant d'hydrogène phosphoré non inflammable dans un mélange d'aldéhyde et d'alcool propylique (1 volume d'aldéhyde pour 2 volumes d'alcool). Après plusieurs lavages à l'eau et dessiccation sur le chlorure de calcium, on isole le propylacétal et l'isobutylacétal par des distillations fractionnées.

Le premier est un liquide incolore, d'une odeur très pénétrante, bouillant à 146-148°, soluble dans l'alcool et l'éther, insoluble dans l'eau. D = 0,825 à 22°,5. Il ne réduit pas le nitrate d'argent ammoniacal, n'est pas attaqué par une solution bouillante de potasse caustique ni par le potassium. L'acide chlorhydrique concentré le dissout sans le colorer; l'acide sulfurique concentré le charbonne à froid. Chauffé en vase clos à 150-180° avec de l'acide acétique cristallisable, il se dédouble en aldéhyde et acétate de propyle.

Le second est un liquide incolore, bouillant à 168-170°, insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool et l'éther. D = 0,816 à 22°. L'acide sulfurique le charbonne à froid. L'acide chlorhydrique le dissout sans le colorer. Une solution bouillante de potasse caustique ne l'altère pas. Il ne réduit pas le nitrate d'argent ammoniacal. L'acide acétique cristallisable le dédouble à 100° en aldéhyde et acétate d'isobutyle bouillant à 105-107°.

BIBLIOGRAPHIE

Publications nouvelles.

COURS DE CHIMIE, par *A. Riche*. (Librairie Germer Baillière et Cie.) — Rien n'est plus difficile à faire, on le sait, qu'un livre élémentaire. Aussi ne saurait-on savoir trop de gré à des savants comme M. Riche, de mettre ce qu'ils savent à la portée de tous. M. Riche, membre de l'Académie de médecine, a voulu faire là un traité de chimie propre à la classe de philosophie. Son plan embrasse non seulement la chimie minérale, mais encore la chimie organique. Toute personne voulant se faire une idée générale de la chimie lira avec fruit ce volume si clair, si court et à la fois si complet.

— DIAMANTS ET PIERRES PRÉCIEUSES, par *Ed. Jannetaz, E. Fontenay, Em. Vanderheym et A. Coutance*. (Librairie J. Rothschild.) — Ce volume, imprimé avec un grand luxe, renferme plusieurs planches tirées en couleur. La première partie traite des formes cristallines et de la cristallographie théorique, du clivage, des propriétés optiques, thermiques et électriques des cristaux. La deuxième partie contient l'histoire de la nomenclature des pierres précieuses et l'histoire détaillée du diamant. L'ouvrage se termine par des considérations des plus intéressantes sur les bijoux, les joyaux, l'orfèvrerie et enfin sur la perle et le corail.

— L'ARCHÉOLOGIE PRÉHISTORIQUE, par le baron *J. de Baye*. (Librairie Ernest Leroux.) — Ce remarquable ouvrage a été publié sous les auspices de la Société française d'archéologie. En voici les principales divisions : Époques tertiaire et quaternaire, transition entre les deux époques de la pierre, époque néolithique, la pierre polie dans les stations de la Marne, grottes artificielles de la pierre polie, caractères des grottes, sépultures, aperçus anthropologiques, la trépanation préhistorique, les flèches à tranchant transversal, les haches polies, outillage en os, parures, la céramique.

— ÉTUDES ÉCONOMIQUES SUR L'EXPLOITATION DES CHEMINS DE FER, par *Jules de la Gournerie*. (Librairie Gauthier-Villars.) — Le savant académicien a réuni en un volume quatre articles publiés par lui à l'occasion de discussions dans le conseil général de la Loire-Inférieure, dont il a fait partie. Il y examine presque toutes les questions de principe qui, pour l'exploitation des chemins de fer, préoccupent en ce moment l'opinion publique.

— CONGRÈS INTERNATIONAL DE GÉOLOGIE (tenu à Paris du 29 août au 4 septembre 1878). — Publié par le Ministère de l'agriculture et du commerce.

CHRONIQUE

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE. — Une séance extraordinaire a eu lieu hier vendredi à la Société de physique, où M. Antoine Breguet a présenté les appareils photophoniques du professeur Graham Bell. — Il est fort probable qu'une semblable séance aura lieu vendredi prochain, 29 octobre, à la Société d'encouragement, 44, rue de Rennes.

— ACADÉMIE DE MÉDECINE. — L'Académie a procédé à l'élection d'un vice-président, en remplacement de M. Broca, décédé. Le nombre des votants étant de 62, majorité 32, M. Legouest obtient 60 suffrages, M. Hardy 1; 1 bulletin blanc. En conséquence, M. Legouest est proclamé vice-président.

— CONDUCTIBILITÉ DU CHARBON. — Le docteur Werner Siemens a récemment présenté à l'Académie de Berlin une série d'expériences faites par lui sur la conductibilité du charbon et sur sa sensibilité aux influences de la température. Le gaz de charbon de cornue donne 0° C 0,0136 (mercure = 1) et le coefficient de l'augmentation de conductibilité = 0° 000345 par degré Celsius.

Les bougies de charbon artificiel faites avec de la poussière de charbon comprimée ont une conductibilité d'autant plus grande que la température est plus élevée, mais cette élévation n'est pas aussi grande qu'avec le charbon de cornue.

Le docteur Siemens pense que la mauvaise fabrication des bougies a pu donner lieu à bien des erreurs. Dans ses expériences, il réunissait les morceaux de charbon par des fils conducteurs galvanisés.

Cette influence de la température sur la conductibilité du charbon peut être regardée comme une propriété de ce corps. Elle s'explique, comme pour la cristallisation du sélénium, si nous admettons que le charbon est une modification allotropique (avec chaleur latente) d'un charbon métallique hypothétique.

Le propriétaire-gérant : GERMER BAILLIÈRE.

PARIS. — Impr. J. CLAYE. — A. QUANTIN et Cie, rue St-Benoît. [1651]

LA

REVUE SCIENTIFIQUE

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

REVUE DES COURS SCIENTIFIQUES (2[e] SÉRIE)

Directeurs : MM. Antoine Breguet et Charles Richet

2[e] SÉRIE — 10[e] ANNÉE NUMÉRO 18 30 OCTOBRE 1880

Paris, le 29 octobre 1880.

M. Cochery, ministre des postes et des télégraphes, vient de soumettre à l'approbation du président de la République un décret qui intéresse la science à un haut degré.

Un congrès d'électriciens et une exposition internationale d'électricité auront lieu à la même époque l'an prochain, sous le patronage du gouvernement qui mettra gratuitement le palais des Champs-Élysées à la disposition des organisateurs.

L'action du gouvernement se complétera par l'intermédiaire d'un commissaire général qui aura la mission d'assurer, sous sa direction, le fonctionnement du congrès et de surveiller les services généraux de l'exposition.

Le gouvernement désignera les membres français du congrès; la science officielle, l'industrie, les sociétés savantes de Paris et des départements y auront leurs représentants.

Le congrès sera inauguré le 15 septembre 1881, et l'exposition sera ouverte le 1[er] août pour se terminer le 15 novembre.

L'article 4 du décret ministériel semble indiquer que les organisateurs feront cette exposition à leurs frais, risques et périls. Mais des informations sûres nous permettent d'affirmer qu'un capitaliste des plus sérieux et des plus honorés prendra pour lui toute la responsabilité financière de l'entreprise.

Il ne reste donc plus à tous les électriciens qu'à profiter, sans arrière-pensée, sans inquiétude, de l'excellente idée mise en avant par M. Cochery.

M. *Georges Berger,* l'ancien directeur général des sections étrangères à l'Exposition universelle de 1878, a été nommé commissaire général du nouveau congrès et de la nouvelle exposition. C'est là un gage de succès incontestable.

Le congrès des électriciens sera une œuvre gouvernementale. Il ne pouvait en être autrement, car l'État offre seul la plénitude des garanties d'autorité morale et d'indépendance qui conviennent. Toute réunion savante, toute Société d'encouragement à la science ou à l'industrie qui se serait mise à la tête de l'entreprise aurait risqué d'être considérée comme animée de l'esprit de coterie et de manquer, à ce titre, du crédit international nécessaire.

Il est à souhaiter que le gouvernement français et la commission d'organisation de l'Exposition s'abstiennent de formuler par avance des programmes trop méthodiques ou trop étroits soit pour l'ordre des travaux du congrès, soit pour la classification des appareils dans le palais des Champs-Élysées. L'ignorance où l'on est encore aujourd'hui de l'état précis des applications industrielles de l'électricité commande une très grande réserve sur ce point. Le congrès réglera lui-même sa façon de procéder, et les envois des exposants ne pourront être classés définitivement qu'*a posteriori,* c'est-à-dire après leur présentation effective. Il importe que les nations étrangères sachent bien que le congrès et l'Exposition n'ont pas pour but de favoriser telle théorie ou tel système, et que leur institution conjointe n'a d'autre objectif que l'avancement, la démonstration et l'établissement d'une science positive appelée à développer l'essor du travail industriel.

Nous donnerons prochainement des détails complets sur l'organisation administrative dont M. Berger s'occupe en ce moment, de concert avec le ministre des postes et des télégraphes.

Nous sommes sûrs dès maintenant que les plus hauts patronnages ne feront pas défaut et que M. Georges Berger saura rallier autour de lui un grand nombre de sommités scientifiques et politiques.

HYGIÈNE

De l'excessive mortalité des enfants de la naissance à un an, à Paris.

SES CAUSES ET SES REMÈDES.

La question de l'excessive mortalité des enfants nouveau-nés n'a pas cessé depuis quinze ans de préoccuper vivement, et à bon droit, les médecins et les économistes. Depuis le rapport à l'Académie de M. Blot sur un mémoire très intéressant de M. le docteur Monot de Montsauche, les documents affluèrent à l'Académie, parmi lesquels il faut citer les travaux de MM. Bertillon, Brochard, Broca, Devilliers, Husson, Marmisse et Vacher, qui tous confirmèrent la triste vérité.

Pour affirmer encore la constance et l'énergie des efforts depuis ce temps, il suffit de mentionner l'institution de la commission permanente de l'hygiène de l'enfance, dont F. Boudet fut le principal initiateur, et dont notre confrère M. Devilliers a été le fidèle et consciencieux rapporteur; la loi protectrice de l'enfance votée à l'unanimité par l'Assemblée nationale, d'après l'heureuse initiative de notre collègue M. Th. Roussel; les efforts toujours continus de la Société protectrice de l'enfance, et enfin les remarquables rapports de MM. J. Bergeron, Bertillon et Marjolin, sur l'hygiène du nouveau-né, imprimés dans les actes du Congrès international d'hygiène de 1878. J'aurai plus loin l'occasion de revenir sur ces travaux et sur l'intéressante discussion qu'ils ont provoquée.

Aujourd'hui, m'aidant des très précieux documents contenus dans les trente-quatre numéros de 1880 du *Bulletin hebdomadaire de statistique démographique de la ville de Paris,* publiés par M. le docteur Bertillon, chef des travaux de la statistique municipale, je vais étudier les causes et les remèdes de la mortalité à Paris des enfants de la naissance à un an.

La première question qui se pose est celle-ci : la mortalité des enfants de la naissance à un an est-elle plus élevée dans notre capitale qu'elle ne l'est en moyenne pour le reste de la France?

Voici, pour la résoudre, un tableau donnant pour 1880, semaine par semaine, le chiffre de la mortalité des enfants à Paris à cette période de la vie.

TABLEAU INDIQUANT LE NOMBRE DES DÉCÈS, DE LA NAISSANCE A UN AN, A PARIS, PENDANT LES 34 PREMIÈRES SEMAINES DE 1880.

	Nombre des décès de 0 à 1 an.	Proportion par an pour 1000 Parisiens de 0 à 1 an.
Du 1er janvier au 8 janvier 1880. . . .	176	430,40
9 — 15 —	183	430,40
16 — 22 —	181	430,40
23 — 29 —	185	397,67
30 — 5 février	215	462,16
A reporter.	940	2151,03
Report.	940	2151,03
6 février au 12 février	200	429,91
13 — 19 —	233	500,85
20 — 26 —	187	401,97
27 — 4 mars	210	451,41
5 mars 11 —	219	470,75
12 — 18 —	272	584,68
19 — 25 —	277	595,43
26 — 1er avril	255	548,14
2 avril 8 —	209	449,26
9 — 15 —	248	533,91
16 — 22 —	173	371,87
23 — 29 —	169	363,28
30 — 6 mai	186	399,82
7 mai 13 —	183	393,37
14 — 20 —	197	423,46
21 — 27 —	223	479,35
28 — 3 juin	188	404,12
4 juin 10 —	194	417,01
11 — 17 —	176	378,32
18 — 24 —	193	414,87
25 — 1er juillet	195	419,16
2 juillet 8 —	184	395,51
9 — 15 —	191	410,56
16 — 22 —	272	584,68
23 — 29 —	281	604,03
30 — 5 août	272	584,68
6 août 12 —	263	565,33
13 — 19 —	243	572,34
20 — 26 —	210	451,04
TOTAUX.	7243	15 750,14

Avant de nous arrêter sur la valeur des chiffres contenus dans ce tableau, je crois utile de rappeler la dîme mortuaire des enfants de la naissance à un an dans divers pays, en m'aidant encore à cet égard des persévérantes recherches de M. Bertillon. J'ai besoin de dire avec lui, avant de donner ces chiffres, que c'est avec une réserve extrême qu'on doit en faire usage pour en déduire des conséquences positives. « La statistique est une méthode d'investigation perspicace et puissante, mais *dangereuse aussi* si elle n'est pas guidée par la méthode, ni éclairée par la critique. »

Voici maintenant les chiffres donnés par M. Bertillon :

Quant à la mortalité (dîme) de la première année, on constate que les trois pays scandinaves occupent le premier rang par leur faible mortalité : d'abord la Norvège, 104; puis le Danemark et la Suède, à peu près sur le même rang avec 135 à 137 décès de zéro à un an sur 1000 naissances vivantes. Ensuite viendrait l'Angleterre avec 154 décès. Mais ce chiffre nous semble absolument fantaisiste. Puis, à peu près sur le même rang, la Belgique et la France avec 173 et 179 décès déclarés comme nés vivants. Mais à ce taux, il convient d'ajouter les faux mort-nés, ce qui élève ces rapports à 181 pour la Belgique et 187 pour la France. Ensuite viennent les Pays-Bas, 196, et la Suisse, 298. Après, la Russie, 218; puis l'Italie, 223; enfin la Bavière avec 323 décès.

Dans le *Bulletin hebdomadaire de la statistique démographique de la ville de Paris,* M. Bertillon adopte aujourd'hui

TABLEAU INDIQUANT LE NOMBRE DES DÉCÈS PAR NATURE DE MALADIE, DE LA NAISSANCE A UN AN, A PARIS, PENDANT LES TRENTE-QUATRE PREMIÈRES SEMAINES DE 1880.

DATES.		FIÈVRE TYPHOÏDE.		VARIOLE.		ROUGEOLE.		SCARLATINE.		COQUELUCHE.		DIPHTÉRIE, CROUP.		DYSENTERIE.		ÉRYSIPÈLE.		PHTISIE PULMONAIRE.		AUTRES TUBERCULOSES.		AUTRES AFFECTIONS GÉNÉRALES.		BRONCHITE AIGUË.		PNEUMONIE.		DIARRHÉE INFANTILE ET ATHREPSIE.		AUTRES MALADIES LOCALES. AIGUËS.		AUTRES MALADIES LOCALES. CHRONIQUES.		AUTRES MALADIES LOCALES. A FORME DOUTEUSE.		MORTS VIOLENTES.	CAUSES NON CLASSÉES.	
Du	Au	m.	f.	m.	f.	m.	f.	m.	f.	m.	f.	m.	f.	m.	f.	m.	f.	m.	f.	m.	f.	m.	f.	m.	f.	m.	f.	m.	f.	m.	f.	m.	f.	m.	f.	f.	m.	f.
1 janv.	8 janv.	»	»	11	7	»	»	»	»	1	2	5	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»	»	17	8	8	4	7	4	»	»	»	»	»	»	»	47	54
9 —	15 —	»	»	4	8	»	»	»	»	1	»	2	»	»	»	»	»	2	»	»	»	»	»	12	11	6	2	18	15	»	»	»	»	»	»	»	55	47
16 —	22 —	»	»	5	5	»	1	»	»	2	2	»	2	»	»	»	»	2	»	»	»	»	»	11	11	8	8	22	13	»	»	»	»	»	»	»	43	46
23 —	29 —	»	»	6	6	»	»	»	1	1	3	1	2	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»	9	15	8	6	24	11	»	»	»	»	»	»	»	41	50
30 —	5 févr.	»	»	7	8	»	1	»	1	2	»	2	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	16	15	11	5	24	24	»	»	»	»	»	»	»	45	54
6 févr.	12 —	»	»	7	6	1	2	»	1	1	5	4	1	»	»	1	»	2	1	»	»	»	»	18	12	10	5	20	19	»	»	»	»	»	»	»	47	37
13 —	19 —	»	»	8	8	»	1	»	»	1	6	3	»	»	»	1	1	»	1	»	»	»	»	19	12	13	6	22	19	»	»	»	»	»	»	»	45	67
20 —	26 —	1	»	6	9	»	2	»	»	3	3	»	»	1	»	3	2	1	»	»	»	»	»	7	12	7	4	32	16	»	»	»	»	»	»	»	45	33
27 —	4 mars.	»	1	7	2	2	1	»	»	2	2	4	3	»	»	»	1	1	»	5	7	23	23	9	7	8	5	36	31	»	»	15	13	»	»	1	»	»
5 mars	11 —	»	»	8	4	1	2	»	»	1	»	»	»	»	»	»	1	»	1	8	14	17	18	8	11	8	3	33	42	»	»	19	17	»	»	»	»	1
12 —	18 —	1	»	2	6	2	»	»	»	1	2	4	2	»	»	1	1	1	2	16	8	20	21	9	22	14	»	58	50	3	8	»	1	7	6	1	1	2
19 —	25 —	»	»	8	4	»	2	»	»	1	4	1	4	1	»	1	»	»	»	15	3	21	17	24	13	7	10	60	57	10	9	3	2	1	»	1	3	»
26 —	1 avril.	»	»	4	4	1	2	»	»	4	5	2	2	»	»	5	2	1	1	7	12	28	20	16	10	6	4	51	40	15	8	3	2	»	»	»	»	»
2 avril	8 —	»	»	3	3	2	5	»	»	2	1	3	2	»	»	1	»	3	2	13	14	21	18	17	7	2	8	36	28	4	5	6	2	1	»	»	»	»
9 —	15 —	»	»	3	9	1	2	»	»	2	2	2	1	»	»	»	»	2	»	16	11	25	27	18	13	5	2	44	33	11	11	1	1	»	»	»	2	1
16 —	22 —	»	»	2	5	3	3	»	»	1	2	2	2	1	»	»	»	»	»	15	8	10	20	9	6	6	3	41	31	5	8	6	3	1	1	»	»	»
23 —	29 —	»	»	3	1	»	2	1	»	3	2	1	2	»	»	»	1	»	»	9	5	17	19	7	10	5	3	29	30	10	6	1	1	»	»	»	»	1
30 —	6 mai.	»	»	4	6	2	1	»	»	4	2	1	»	»	»	3	2	1	»	10	13	18	21	9	10	5	3	31	22	6	5	4	1	»	1	1	»	»
7 mai	13 —	»	»	5	4	»	3	»	»	1	2	2	1	»	»	»	1	1	»	5	8	35	19	14	5	7	5	28	17	1	9	2	1	1	1	»	»	»
14 —	20 —	»	»	3	1	1	4	»	»	1	»	3	2	1	»	2	»	2	»	13	6	30	17	5	10	8	3	39	27	8	4	4	2	»	1	»	»	»
21 —	27 —	»	»	4	7	1	3	»	1	3	1	3	»	»	»	1	2	»	»	16	6	21	25	12	6	2	6	41	48	5	5	»	2	1	»	»	»	1
28 —	3 juin.	»	»	9	1	5	1	»	»	»	2	»	»	»	1	2	1	»	»	3	7	16	18	9	7	4	5	40	31	11	5	1	»	1	»	»	»	1
4 juin	10 —	»	»	1	3	4	8	»	»	2	2	1	2	»	1	2	1	»	2	7	6	26	12	9	6	5	3	38	27	15	8	1	2	4	1	»	»	»
11 —	17 —	»	»	3	3	6	1	»	2	5	5	4	»	»	»	1	»	2	»	8	8	8	15	6	10	3	7	36	31	6	2	3	1	»	»	»	»	»
18 —	24 —	»	»	1	2	6	1	2	»	2	2	»	1	»	»	»	»	»	»	11	7	11	19	7	8	12	9	36	38	3	10	2	1	»	»	2	»	»
25 —	1 juill.	»	»	2	3	7	6	»	»	4	6	1	»	»	»	1	»	»	1	7	6	17	13	5	7	7	1	41	41	4	9	1	1	2	»	»	1	1
2 juill.	8 —	»	»	3	2	7	3	»	1	1	2	1	»	1	»	»	1	»	»	10	4	15	10	3	5	3	2	45	45	11	3	2	»	1	»	1	1	1
9 —	15 —	1	»	2	5	2	5	2	»	1	1	3	1	»	»	»	1	»	»	7	5	3	2	5	5	1	4	50	54	6	6	2	1	7	8	»	1	»
16 —	22 —	»	»	2	2	8	8	2	1	4	3	1	1	»	»	1	1	1	1	10	6	3	10	5	9	1	1	78	75	15	10	3	3	2	1	1	»	»
23 —	29 —	»	»	2	4	2	4	»	1	3	1	1	1	»	»	1	»	»	1	10	6	17	17	3	2	1	1	95	83	10	9	1	4	1	»	»	»	»
30 —	5 août.	»	»	3	2	4	2	»	»	2	1	1	»	»	»	»	»	2	1	6	10	23	11	4	3	2	2	86	89	7	6	2	1	1	»	»	1	»
6 août	12 —	»	»	2	3	2	5	»	1	2	2	3	1	»	»	»	»	»	»	6	7	17	9	5	9	1	4	101	70	6	5	1	»	»	1	»	»	»
13 —	19 —	»	»	»	2	1	»	1	»	2	1	2	1	»	»	2	»	1	2	3	13	17	12	5	6	1	7	75	74	7	6	1	»	»	»	1	»	»
20 —	26 —	»	»	3	3	3	1	»	»	1	1	»	2	»	1	»	»	1	1	5	7	15	11	6	2	»	3	65	61	7	6	1	2	1	»	»	1	»
Totaux par sexe. .		3	1	138	148	74	77	8	10	67	75	63	36	5	3	30	20	26	17	241	195	274	424	338	305	195	144	1484	1304	196	163	85	64	32	21	9	379	396
— des deux sexes.		3638 garçons; 3412 filles.																																				
— en général.		4		286		151		18		142		99		8		50		43		436		698		643		339		2788		359		149		53		9	775	
Total en général .		7050																																				

le chiffre de 205 *par an et par 1000 habitants de zéro à un an* pour la France entière.

La proportion, selon l'année moyenne (5 ans) pour 1000 Parisiens de zéro à un an, serait de 337,8. La proportion s'élèverait, en calculant d'après les trente-quatre premières semaines de 1880, à 462,23 pour 1000.

Comme le fait très justement remarquer M. Bertillon, les rapports des décès ne peuvent avoir d'autre base que le dénombrement vieilli de 1876, qui donnait 1 988 806 habitants y compris 18 380 militaires. Certainement la population s'est accrue, mais sans qu'il soit possible d'asseoir une estimation; la mortalité donnée ci-dessus pour Paris est donc très vraisemblablement trop élevée (1). Quoi qu'il en soit, elle est encore énorme si on réfléchit au chiffre auquel elle pourrait être

(1) Ajoutons une considération qui tend à élever, à Paris, le chiffre de mortalité des nouveau-nés, c'est le nombre si considérable des décès à l'hospice des Enfants-Assistés; je reproduis depuis plus de quarante ans les chiffres suivants : l'an II, 2637 admissions, 2425 morts; l'an III, 3935 admissions, 3150 morts; l'an IV, 2122 admis, 1908 morts. Ces résultats désastreux m'ont toujours fait repousser énergiquement, *pour Paris*, le rétablissement des tours, et je dis, avec M. le docteur Vacher : A Paris, le tour serait une machine à dépeupler.

Les maladies contagieuses permanentes, les travaux des mères dans les fabriques tendent certainement à augmenter le nombre de la mortalité infantile à Paris.

TABLEAU INDIQUANT LE NOMBRE DES DÉCÈS PAR DIARRHÉE INFANTILE ET ATHREPSI

DATES.	I.				II.				III.				IV.				V.				VI.				VII.				VIII.			
	Saint-Germain-l'Auxerrois.	Halles.	Palais-Royal.	Place Vendôme.	Gaillon.	Vivienne.	Mail.	Bonne-Nouvelle.	Arts-et-Métiers.	Enfants-Rouges.	Archives.	Sainte-Avoie.	Saint-Merry.	Saint-Gervais.	Arsenal.	Notre-Dame.	Saint-Victor.	Jardin des Plantes.	Val-de-Grâce.	Sorbonne.	Monnaie.	Odéon.	Notre-Dame-des-Champs.	Saint-Germain-des-Prés.	Saint-Thomas-d'Aquin.	Invalides.	École militaire.	Gros-Caillou.	Champs-Élysées.	Faubourg du Roule.	Madeleine.	L'Europe.
Du 1 janvier au 8 janvier	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	2	»	»	»	»	»	»	1	»	»
9 — 15 —	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1	»	»	1	»	»	»	»	»	»	2	2	»	1	»	»
16 — 22 —	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1	1	2	1	1	1	1	»	1	»	2	2	»	»	»	»	»	»	»	»	»
23 — 29 —	»	1	»	»	»	»	»	»	»	1	»	»	1	1	»	1	»	»	»	»	»	3	1	»	»	»	»	1	1	»	»	»
30 — 5 février	»	1	»	»	»	»	1	1	»	»	»	»	2	2	1	»	»	»	»	1	1	1	1	»	1	»	»	2	»	»	1	»
6 février 12 —	»	»	»	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»	3	»	»	»	1	2	1	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
13 — 19 —	»	1	1	»	»	»	»	»	1	»	»	»	1	1	»	»	»	2	»	1	»	»	»	1	1	»	»	»	»	»	»	»
20 — 26 —	»	1	»	»	»	»	»	»	»	1	»	1	1	1	»	»	1	»	2	»	1	»	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»
27 — 4 mars	»	2	1	»	»	»	»	»	»	1	»	2	1	4	»	1	»	1	»	»	1	1	»	2	»	1	»	3	»	1	»	1
5 mars 11 —	»	»	1	1	1	»	»	1	1	»	1	»	»	4	»	»	»	1	»	»	1	1	1	3	1	2	1	3	»	»	»	»
12 — 18 —	1	1	»	1	»	»	1	2	»	1	2	»	4	4	»	1	»	1	»	»	»	5	1	2	1	1	»	»	1	2	1	1
19 — 25 —	»	1	»	»	»	»	»	2	»	1	1	3	3	4	1	1	3	3	5	1	»	1	1	1	»	»	»	3	»	1	»	»
26 — 1 avril	1	1	»	»	»	»	1	1	1	1	»	»	3	3	2	1	»	1	»	»	2	1	3	»	1	»	1	4	»	1	1	1
2 avril 8 —	»	»	1	»	1	»	»	1	1	2	»	»	2	1	1	»	3	3	»	»	»	1	1	»	»	»	1	1	»	1	»	1
9 — 15 —	»	»	»	»	»	»	1	2	»	»	»	2	2	»	»	»	1	5	»	1	1	»	3	»	»	»	1	»	»	»	»	»
16 — 22 —	1	»	»	»	»	»	»	1	1	»	1	1	1	2	1	»	»	1	1	4	»	1	»	»	»	»	1	5	»	1	»	»
23 — 29 —	»	2	»	1	»	»	»	2	»	»	»	»	1	3	»	1	»	»	1	2	1	2	4	»	»	»	»	1	1	»	»	1
30 — 6 mai	»	»	»	1	»	»	»	»	1	1	1	1	4	»	»	1	»	1	»	»	»	1	»	»	1	1	»	2	»	1	»	»
7 mai 13 —	»	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	2	1	»	2	1	»	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1
14 — 20 —	»	1	»	»	»	1	»	»	2	1	1	»	»	1	»	»	3	»	2	5	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»	»	»
21 — 27 —	»	1	»	»	»	1	»	3	1	1	»	1	1	4	»	1	»	»	»	2	1	»	»	»	1	1	»	1	»	»	»	»
28 — 3 juin	1	3	»	»	»	»	»	4	1	1	»	»	1	2	1	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»	»	»	2	»	1	»	1
4 juin 10 —	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	2	1	1	1	»	»	3	2	1	»	2	»	1	»	»	3	»	»	»	»
11 — 17 —	»	1	»	»	»	»	»	»	1	»	»	2	»	2	»	»	5	2	1	1	1	»	1	»	»	»	2	»	»	»	1	[illegible]
18 — 24 —	»	»	»	»	»	»	»	2	1	»	2	1	4	1	»	»	1	1	1	1	»	»	1	1	»	»	»	2	»	1	»	[illegible]
25 — 1 juillet	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1	1	1	4	2	»	1	1	1	2	»	»	»	»	1	»	»	»	2	»	»	»	[illegible]
2 juillet 8 —	»	1	»	1	»	»	1	1	1	»	1	»	»	4	1	»	3	»	1	3	»	»	»	»	»	»	»	2	»	1	1	1
9 — 15 —	»	»	»	»	»	»	3	1	1	»	1	»	1	6	2	»	1	4	»	»	1	1	1	1	1	»	»	2	1	»	1	1
16 — 22 —	1	»	»	»	»	»	3	2	1	»	»	1	3	3	»	»	1	1	2	1	3	»	2	»	»	1	2	3	»	»	2	1
23 — 29 —	»	»	»	»	»	»	1	3	»	1	»	6	5	3	2	»	2	»	1	2	»	3	»	»	1	»	1	4	»	»	»	[illegible]
30 — 5 août	1	1	1	»	»	»	»	3	»	2	3	»	8	3	»	»	6	2	4	2	1	3	1	»	»	1	1	4	»	1	»	1
6 août 12 —	1	»	»	»	»	1	»	3	1	4	1	1	3	6	1	»	2	3	3	»	1	»	3	»	2	»	»	2	»	»	2	[illegible]
13 — 19 —	»	2	»	»	»	1	1	3	1	»	1	2	2	4	2	»	1	2	6	2	2	1	1	»	2	1	»	4	»	»	»	[illegible]
20 — 26 —	3	»	»	»	»	»	1	»	3	3	»	»	6	8	4	2	»	3	2	1	1	3	2	»	»	»	1	4	1	»	1	[illegible]
Totaux par quartier	10	22	5	5	2	4	14	38	21	23	17	26	67	87	22	13	38	41	40	36	21	31	35	13	14	9	14	62	5	14	11	[illegible]
— par arrondissement	42				58				87				189				155				100				99				45			

réduite, que M. Bertillon fixe de 90 à 95 pour 1000 par an au lieu de 162 qu'elle atteint d'après la statistique des trente-quatre premières semaines de 1880.

Voici donc notre première question résolue : la mortalité des enfants de la naissance à un an est beaucoup plus élevée à Paris qu'elle ne devrait l'être. Pour asseoir l'hygiène de cet âge sur la base positive de l'étiologie, il nous reste à étudier deux problèmes. Le premier consistera à connaître les maladies qui causent cet excès de mortalité; le second, à rechercher les causes de ces maladies. Quand elles seront bien déterminées, des règles absolues d'hygiène en découleront.

J'ai disposé en forme de tableau (page 411) les chiffres de la statistique municipale indiquant le nombre des décès par nature de maladie de zéro à un an à Paris pendant les trente-quatre premières semaines de 1880. On y trouve pour la variole le chiffre élevé de 286 décès. Il serait important de connaître le chiffre exact de ces décès par suite de la variole, d'après l'âge de l'enfant, mois par mois : le législateur y trouverait un élément utile pour fixer l'âge de la première vaccination obligatoire.

Il y a eu dans les trente-quatre premières semaines 99 décès de zéro à un an par suite de croup ou diphtérie. Des précautions devront être prises contre cette terrible maladie qui semble accroître ses ravages d'année en année. Des salles d'isolement dans les hôpitaux d'enfants, voilà la première mesure à laquelle on s'est arrêté. Il faudra, selon moi, arriver à quelque chose de plus absolu et établir à Paris un hôpital spécial pour le croup et la diphtérie.

ANS LES QUATRE-VINGTS QUARTIERS DE PARIS PENDANT LES TRENTE-QUATRE PREMIÈRES SEMAINES DE 1880.

IX.				X.				XI.				XII.				XIII.				XIV.				XV.				XVI.				XVII.				XVIII.				XIX.				XX.					
Saint-Georges.	Chaussée-d'Antin.	Faubourg Montmartre.	Rochechouart.	Saint-Vincent-de-Paul.	Porte Saint-Denis.	Porte Saint-Martin.	Hôpital Saint-Louis.	Folie-Méricourt.	Saint-Ambroise.	Roquette.	Sainte-Marguerite.	Bel-Air.	Picpus.	Bercy.	Quinze-Vingts.	Salpêtrière.	Gare.	Maison-Blanche.	Croulebarbe.	Montparnasse.	Santé.	Petit-Montrouge.	Plaisance.	Saint-Lambert.	Necker.	Grenelle.	Javel.	Auteuil.	Muette.	Porte-Dauphine.	Bassins.	Ternes.	Plaine-Monceau.	Batignolles.	Épinettes.	Grandes-Carrières.	Clignancourt.	La Goutte-d'Or.	La Chapelle.	La Villette.	Pont de Flandre.	Amérique.	Combat.	Belleville.	Saint-Fargeau.	Père-Lachaise.	Charonne.	Décès non domiciliés à Paris.	TOTAUX.
»	»	»	2	»	»	»	1	»	»	1	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1	»	»	»	2	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1	13
»	1	»	»	»	»	2	»	1	»	»	»	»	2	»	1	»	1	2	»	2	1	1	1	»	2	2	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1	»	»	»	1	1	1	»	2	1	»	»	33
1	»	»	1	»	1	1	1	»	»	»	2	»	»	»	1	1	»	1	1	1	1	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»	»	3	1	»	2	2	»	»	»	2	»	»	»	1	»	»	38
»	»	1	1	»	»	1	1	3	1	2	1	»	1	»	»	»	»	»	»	»	2	»	2	»	1	1	»	1	»	»	»	1	»	»	»	1	1	»	1	2	»	»	1	1	»	1	»	»	39
»	»	»	»	2	1	»	4	»	1	2	1	»	»	»	»	»	»	1	1	»	»	»	2	2	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	2	4	»	1	»	1	1	1	1	»	2	1	1	49
»	»	1	»	1	»	»	3	5	1	3	1	»	»	»	2	1	1	»	»	»	»	»	1	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	6	»	2	»	»	1	»	2	1	1	»	»	43
1	»	»	»	1	1	»	1	»	»	3	3	»	»	»	3	»	»	1	»	1	1	»	2	1	»	3	»	»	»	»	»	2	»	»	2	»	1	1	»	1	»	1	2	1	»	1	»	1	45
»	»	1	»	»	1	2	4	»	»	4	6	»	2	»	»	»	»	1	»	1	»	»	1	»	»	2	»	»	»	»	»	2	»	2	»	2	1	1	»	1	1	1	4	1	»	»	»	»	51
»	»	»	»	1	1	»	3	1	1	2	1	»	1	»	2	»	3	»	»	»	»	»	»	1	3	2	»	»	»	»	»	»	»	3	4	1	6	2	»	1	»	»	1	1	2	3	2	1	72
»	»	»	»	1	»	3	4	2	2	2	4	1	1	»	4	1	4	»	1	»	»	»	3	»	»	2	2	»	»	»	»	»	2	»	3	»	2	»	1	2	»	1	5	2	2	2	2	1	86
»	»	»	»	2	5	3	5	4	2	4	4	»	1	»	5	»	3	2	1	2	»	2	3	»	6	1	1	»	»	»	»	»	»	»	3	3	»	2	1	5	»	2	3	1	1	4	1	»	123
1	»	2	2	1	1	3	4	3	1	7	5	»	1	»	3	»	»	4	3	3	1	»	2	2	2	3	1	»	»	»	»	4	2	6	3	3	»	2	3	6	»	»	3	2	1	2	4	2	134
1	»	»	3	3	1	1	2	6	»	1	1	»	1	»	1	»	1	»	»	2	»	1	»	1	3	2	1	»	»	»	»	1	»	5	2	1	6	4	3	1	2	1	3	1	»	4	3	»	100
»	»	2	»	1	»	2	1	3	»	2	4	»	3	»	1	»	1	»	»	2	»	»	2	1	2	3	1	»	»	»	»	1	1	»	1	2	3	1	3	1	»	1	4	2	»	1	1	1	76
1	1	»	»	1	1	1	4	3	3	2	3	»	4	»	6	1	»	2	»	»	»	»	»	1	3	3	1	»	1	»	»	1	1	2	1	1	3	3	1	5	»	»	2	2	1	2	6	1	93
1	»	»	»	»	»	»	3	9	2	3	4	»	1	»	2	2	»	»	1	»	»	1	2	»	3	2	»	»	»	»	»	1	»	»	1	2	1	1	»	6	1	1	2	3	1	4	»	»	83
»	»	»	1	»	»	2	1	3	»	2	1	»	»	»	2	2	1	1	»	2	»	»	2	2	1	2	»	»	»	1	»	»	2	»	3	4	5	1	1	»	1	1	»	»	1	1	1	1	71
»	»	»	1	»	»	1	2	4	1	2	4	1	1	»	2	»	1	1	»	1	»	»	2	1	2	»	2	»	1	»	»	2	»	»	2	3	3	2	1	1	»	»	1	3	»	1	1	»	67
»	»	»	»	1	»	»	»	2	»	3	»	»	1	1	1	1	2	2	»	3	»	»	1	»	1	»	1	»	»	»	»	1	»	5	2	2	2	2	1	2	»	1	2	2	1	1	1	»	54
»	1	»	»	»	»	1	1	2	»	4	3	»	1	»	5	»	»	2	»	2	1	1	»	4	5	2	2	»	»	»	»	»	»	1	1	2	3	1	»	1	2	»	1	»	»	5	2	2	76
»	»	»	3	»	1	1	2	2	»	5	4	»	1	1	2	2	1	4	»	1	»	»	5	1	1	2	3	»	»	»	»	2	2	2	6	3	4	»	»	4	1	»	1	2	»	6	1	1	97
»	»	»	»	»	1	2	3	»	3	1	4	»	1	»	»	1	»	2	»	1	1	»	4	3	2	1	»	»	1	»	»	1	1	3	6	2	5	1	1	2	1	2	8	»	»	4	2	1	90
»	1	»	2	»	1	2	»	3	2	5	3	»	1	»	2	»	2	1	1	1	»	1	1	1	1	2	»	1	2	»	»	1		»	4	1	4	»	»	5	»	»	1	2	1	3	1	»	76
»	»	»	1	1	»	1	»	2	3	4	1	»	»	1	4	1	1	»	»	1	»	1	»	2	2	5	1	»	»	»	1	1	»	1	»	1	4	1	»	1	»	»	3	»	»	6	3	2	78
»	»	»	»	»	»	1	1	2	4	2	1	»	1	»	2	»	1	6	1	»	»	1	4	»	2	»	2	»	»	»	1	1	1	1	1	3	»	4	4	4	»	»	4	3	»	5	3	2	88
»	»	»	»	2	»	2	5	2	3	2	1	1	1	»	4	1	4	4	»	2	»	1	3	1	2	»	2	»	1	»	»	2	»	1	3	4	1	3	2	2	»	2	1	3	1	4	3	1	94
»	»	1	2	2	»	2	4	3	4	2	3	»	3	»	2	2	1	4	1	1	»	»	1	4	3	3	»	»	»	»	»	»	»	3	4	2	2	3	1	3	2	1	1	1	1	10	2	2	109
1	»	1	»	1	»	3	»	4	5	2	1	1	2	»	2	»	6	1	1	1	1	»	4	6	2	1	2	2	»	»	»	»	»	2	2	4	6	4	1	»	»	1	5	2	1	4	2	1	115
3	2	»	2	3	2	3	5	2	3	8	4	2	2	1	4	1	2	4	4	4	1	2	5	2	1	4	6	1	»	1	»	»	2	3	3	6	7	3	2	5	2	4	8	8	»	10	5	3	188
3	»	»	1	1	1	3	4	11	8	7	8	»	4	1	5	3	2	4	2	4	1	3	8	3	4	5	11	2	»	»	»	1	1	6	4	5	11	5	1	8	2	6	9	7	3	7	6	2	228
»	1	»	»	2	1	4	3	3	6	2	3	5	3	3	5	2	4	7	2	5	»	2	4	7	8	1	4	»	»	1	1	1	1	3	2	7	11	6	3	4	»	2	2	6	2	9	8	8	213
1	»	»	2	2	1	2	6	2	4	4	4	»	3	3	5	1	5	8	1	1	»	2	7	2	2	12	4	2	1	2	3	»	1	3	2	2	4	6	2	8	»	4	10	6	»	13	5	3	203
1	1	»	1	»	»	2	8	4	3	4	5	»	1	1	3	4	4	4	»	3	1	4	6	3	2	6	2	»	1	1	»	1	1	1	2	8	8	3	5	9	»	2	1	8	»	8	6	2	181
1	»	»	1	»	»	4	5	2	4	3	4	»	6	»	1	2	5	2	3	3	2	1	7	2	5	7	1	»	»	»	»	2	1	2	1	4	4	7	3	4	1	3	7	4	1	9	3	»	176
16	8	9	26	29	21	55	91	93	67	107	95	11	50	12	82	29	56	71	24	50	14	24	85	54	72	80	50	9	8	6	6	30	19	58	69	83	122	71	44	94	18	42	97	77	23	135	75		
59				196				362				155				180				173				256				29				176				320				251				310				40	3282

Il y a eu 18 décès par suite de scarlatine et 151 par la rougeole. C'est surtout dans les hospices et chez les enfants sous le coup de la misère physiologique que la rougeole, affection ordinairement si légère, devient très grave.

La même remarque peut s'appliquer à la coqueluche, qui nous donne le chiffre élevé de 142 décès. La bronchite aiguë en fournit 643; la pneumonie, 339; mais le cadre morbide qui vient au premier rang, qui est désigné dans le bulletin municipal sous le nom de *diarrhée infantile* et *d'athrepsie,* de Parrot, et qui comprend 3282 décès (1) doit fixer exclusivement notre attention. Outre le nombre considérable de morts qu'on lui attribue, l'athrepsie et la diarrhée infantile ont certainement contribué au développement funeste de plusieurs autres affections (phtisie, 43; autres tuberculoses, 436; autres affections générales, 698); et certes beaucoup de décès par suite de rougeole, de diphtérie, de croup, de coqueluche, etc., ont été préparés par l'athrepsie et la diarrhée

(1) J'ai trouvé ce nombre de 3282 décès, par suite de diarrhée infantile et d'athrepsie, en additionnant les chiffres de ces maladies, compris dans les quatre-vingts colonnes destinées dans le bulletin municipal aux quatre-vingts quartiers de Paris. Je n'ai plus trouvé que le chiffre de 2788 en additionnant, pour les trente-quatre premières semaines, les chiffres compris dans les tableaux des décès pour cause de maladie. Pour arriver au chiffre de 3282, on a dû additionner les 40 décès des non domiciliés à Paris, et comprendre en outre, les décès par suite d'athrepsie et de diarrhées infantiles d'enfants plus âgés.

infantile. Cette cause de mort est absolument dominante parmi celles qui frappent les enfants des grandes villes de la naissance à un an; c'est une des variétés les plus nettes, des moins contestables de la misère physiologique à forme aiguë; c'est le terrain préparé pour plusieurs maladies contagieuses (muguet, coqueluche, rougeole, etc.). Cette grande imminence morbide expose ceux qui la subissent aux coups funestes des modificateurs nuisibles (froid excessif, refroidissement), amenant à leur suite la bronchite capillaire, la pneumonie.

Recherchons si l'athrepsie et la diarrhée infantile sévissent également dans les vingt arrondissements de Paris.

On a vu plus haut (p. 412-413) un tableau indiquant le nombre des décès par diarrhée infantile et athrepsie dans les quatre-vingts quartiers de Paris pendant les trente-quatre premières semaines de 1880.

J'extrais de ce tableau les noms des quartiers et arrondissements présentant le minimum de décès et ceux qui en offrent le *maximum*.

NOMS DES QUARTIERS ET ARRONDISSEMENTS PRÉSENTANT LE MINIMUM DES DÉCÈS.

Quartier Gaillon	2	II[e]	arrondissement.
— Vivienne	4	II[e]	—
— Palais-Royal	5	I[er]	—
— Place Vendôme	5	I[er]	—
— Champs-Élysées	5	VIII[e]	—
— Porte Dauphine	6	XVI[e]	—
— Bassins	6	XVI[e]	—
— Chaussée-d'Antin	8	IX[e]	—
— Muette	8	XVI[e]	—
— Invalides	9	VII[e]	—
— Faubourg Montmartre	9	IX[e]	—
— Auteuil	9	XVI[e]	—
— Saint-Germain-l'Auxerrois	10	I[er]	—
— Madeleine	11	VIII[e]	—
— Bel-Air	11	XII[e]	—
— Bercy	12	XII[e]	—
— Notre-Dame	13	IV[e]	—
— Saint-Germain-des-Prés	13	VI[e]	—
— Saint-Thomas-d'Aquin	14	VII[e]	—
— École Militaire	14	VII[e]	—
— Faubourg du Roule	14	VIII[e]	—
— Santé	14	XIV[e]	—

NOMS DES QUARTIERS ET ARRONDISSEMENTS PRÉSENTANT LE MAXIMUM DES DÉCÈS.

Quartier Père-Lachaise	135	XX[e]	arrondissement.
— Clignancourt	122	XVIII[e]	—
— Roquette	107	XI[e]	—
— Combat	97	XIX[e]	—
— Sainte-Marguerite	95	XI[e]	—
— La Villette	94	XIX[e]	—
— Folie-Méricourt	93	XIX[e]	—
— Hôpital Saint-Louis	91	X[e]	—
— Saint-Gervais	87	IV[e]	—
— Plaisance	85	XIV[e]	—
— Quinze-Vingts	82	XII[e]	—
— Grandes-Carrières	82	XVIII[e]	—
— Grenelle	80	XV[e]	—
— Belleville	77	XX[e]	—
— Charonne	75	XX[e]	—
Quartier Necker	72	XV[e]	arrondissement.
— Maison-Blanche	71	XIII[e]	—
— Goutte-d'Or	71	XVIII[e]	—
— Épinettes	69	XVII[e]	—
— Saint-Merry	67	IV[e]	—
— Saint-Ambroise	67	XI[e]	—

Bien des causes, parmi lesquelles on pense tout d'abord à l'inégalité de population des quatre-vingts quartiers, diminuent la valeur de ces chiffres; mais cependant, en comparant les noms des quartiers qui présentent les *minima* et les *maxima* de décès, qui commencent par 2 dans le quartier Gaillon, pour s'élever à 135 dans le quartier du Père-Lachaise, on ne peut méconnaître que les quartiers habités par les personnes dans l'aisance offrent incomparablement des chiffres plus bas que ceux habités par les pauvres ou les ouvriers chargés de famille. Nous sommes conduits, comme on l'avait déjà été depuis longtemps, à reconnaître que la grande cause de mortalité des enfants de la naissance à un an, dans les centres populeux, est le défaut d'aisance des parents.

La misère est une grande synthèse embrassant bien des termes; mais ils sont moins nombreux et plus faciles à étudier lorsqu'il s'agit des enfants de la naissance à un an et de la mortalité par diarrhée infantile et athrepsie; c'est évidemment à la question d'alimentation qu'on doit rapporter l'excédent énorme des décès constatés.

Depuis quelques années on a fait de grands et heureux efforts pour améliorer la qualité de laits exceptionnels vendus à Paris. Encouragés par ces faits, un nombre plus grand de petits ménages, effrayés, et avec bien de la raison, par les crimes de mauvaises nourrices, se sont décidés à revenir à l'alimentation à l'aide du biberon et du lait de vache. Je reconnais que, dans certaines conditions que j'ai déjà citées, on a pu obtenir des résultats heureux; mais ces cas heureux sont des exceptions. Les quartiers habités par des ouvriers venant des départements ou de l'Allemagne, et qui avaient vu chez eux l'allaitement artificiel réussir, ont persévéré dans cette méthode d'élever leurs enfants, aussi la mortalité de zéro à un an y est-elle énorme. Nous trouvons 449 décès dans le XI[e] arrondissement (faubourg Saint-Antoine), habité principalement par les ouvriers en meubles et 29 seulement dans le XVI[e] (Auteuil, Muette), où résident surtout les Parisiens aisés.

Je vais chercher maintenant à démêler les causes qui rendent redoutable, pour les enfants de zéro à un an, le lait vendu à Paris.

Les causes de la nocuité, pour les enfants de la naissance à un an du lait parisien commercial, n'ont peut-être pas jusqu'ici été convenablement appréciées. La plus générale et la plus importante, c'est l'administration d'un lait dans lequel la fermentation lactique commence à se développer énergiquement. Dans les conditions normales de l'allaitement maternel, le lait, en arrivant dans l'estomac de l'enfant, est pour ainsi dire immédiatement coagulé sous l'influence de la présure, ferment de coagulation contenu dans le suc gastrique et non par les acides de ce suc; car le lait, qui a pris par le fait de la conservation et de la fermentation lactique une

réaction acide, ne forme point un caillot unique comme le lait pris par la succion des mamelons. Dans les expériences que j'ai exécutées jadis avec Sandras, quand nous avons nourri de jeunes chats séparés de leurs mères avec du lait dans lequel la fermentation lactique commençait à se développer énergiquement, des grumeaux disséminés arrivaient dans les intestins, n'y étaient pas digérés et déterminaient une diarrhée alimentaire, véritable lienterie.

On comprend sans peine que dans certaines conditions le lait ayant commencé à subir la fermentation lactique puisse être régulièrement utilisé. Quand il a été ingéré par un enfant vigoureux, le ferment de coagulation contenu dans le suc gastrique est assez abondant pour dominer l'action du ferment lactique et pour déterminer une coagulation franche dans l'estomac, condition de la bonne digestion du lait; au contraire, chez un enfant affaibli présentant de l'alanguissement dans la sécrétion du suc gastrique, le ferment lactique domine, et cette fermentation anomale se continue dans les différentes parties de l'appareil digestif.

Cette explication que je donne de la nocuité d'un lait altéré par la fermentation lactique trouve sa confirmation la plus nette dans l'élévation du chiffre de la mortalité par suite d'athrepsie et de diarrhée infantile pendant les mois les plus chauds de l'année. La condition de la chaleur de l'été et du commencement de l'automne est favorable pour les individualités affaiblies, les vieillards caducs en profitent; pour les enfants âgés de moins d'un an, cette condition favorable disparaît par le fait de la continuité de l'usage de l'aliment principal ayant subi une nuisible altération.

Pendant les chaleurs de l'été on a imaginé différents moyens pour entraver les progrès de la fermentation lactique pour le lait destiné à l'approvisionnement de Paris. Le meilleur est sans contredit la réfrigération artificielle immédiate; mais ce lait refroidi ne tarde pas à s'échauffer dans les habitations parisiennes pendant les grandes chaleurs, et à y subir la fermentation lactique, si on le conserve pendant vingt-quatre heures. Pour neutraliser l'acide lactique qui se développe si rapidement pendant les chaleurs de l'été on emploie le conservateur (solution de bicarbonate de soude ou de soude caustique) qui, judicieusement additionné au lait, peut prévenir sa coagulation quand on le fait bouillir, mais qui n'arrête nullement les progrès de la fermentation lactique qui s'accentuent quand le lait est arrivé dans l'estomac du jeune enfant. Dans tous les liquides alimentaires qui peuvent éprouver la fermentation lactique (bière, vin, cidre, bouillon, lait), bon nombre de marchands ajoutent aujourd'hui des proportions relativement élevées de salicylate de soude. Je serais loin de garantir l'innocuité d'un lait ayant subi une pareille addition et administré d'une façon continue à un jeune enfant (1).

On voit par cet exposé que ce n'est que dans des conditions absolument exceptionnelles que de petits ménages peuvent se procurer, à Paris, un lait convenable pour pourvoir aux nécessités de l'alimentation artificielle.

Je vais chercher ce qu'on a fait et ce qu'il resterait à entreprendre pour amoindrir le chiffre de cette effrayante léthalité.

La charité privée s'est depuis longtemps émue en présence de ces maux, pour les conjurer. La Société maternelle, la Société protectrice de l'enfance, la Société pour la propagation de l'allaitement maternel font les plus louables efforts; mais, de toutes les œuvres, selle qui marche au premier rang au point de vue qui nous occupe est certainement celle des crèches fondées en 1846 par Firmin Marbeau, animée par lui pendant toute sa vie. Ce qui me rendait encore circonspect en ce qui regarde les crèches, malgré l'excellent rapport de notre collègue, Delpech, c'étaient les dangers de l'agglomération de très jeunes enfants; mais mon ami et ancien collègue, le fils de Firmin Marbeau et son continuateur (1), a dit très justement que ces dangers pouvaient être évités par des soins attentifs, par la double précaution de ne pas garder les enfants pendant la nuit et de ne pas les recevoir quand ils sont malades; j'ajouterais quand ils sont trop nouvellement con-

(1) Je donne une note sur les moyens de constater la présence du salicylate de soude dans le lait. Cette note m'a été remise par M. Ch. Girard, chef du laboratoire municipal de chimie :

Recherche du salicylate de soude dans le lait. — On mélange 100 centilitres cubes de lait, 100 centilitres cubes d'eau chaude, 5 gouttes d'acide acétique. On filtre. On agite la liqueur filtrée avec 50 centilitres cubes d'éther. On décante la couche éthérée et on l'abandonne sur un verre de montre à l'évaporation spontanée. Enfin, au résidu de l'évaporation, on ajoute une goutte de *perchlorure de fer* en solution au centième. L'acide salicylique produit une coloration violette intense.

Dosage de l'acide salicylique dans le lait. — On mélange 200 centilitres cubes de lait avec 200 centilitres cubes d'eau, on acidule par un léger excès d'acide acétique et on porte le tout à la température de 80° environ.

Après refroidissement, on ajoute un léger excès de nitrate mercurique exempt de sel mercureux, puis on filtre.

Ce réactif a pour effet de précipiter la lactoprotéine (de Millon et Commaille) ainsi que l'albumine, qui n'aurait pas été coagulée; si l'on néglige de prendre cette précaution, on a, en agitant avec l'éther, une émulsion de laquelle on ne peut séparer entièrement la couche éthérée, même après un long repos.

On agite avec 100 centilitres cubes d'éther pur, on abandonne ensuite au repos; après séparation complète des deux couches, on soutire la partie aqueuse que l'on traite de nouveau par 100 centilitres cubes d'éther.

Il est commode pour cette opération d'employer un tube à robinet.

On sépare la deuxième couche éthérée, puis on la réunit à la première; on lave le tout avec une petite quantité d'eau.

On filtre enfin la solution éthérée sur un filtre sec et on la reçoit dans une large capsule de verre; on l'y abandonne à l'évaporation spontanée, à la température ordinaire.

La totalité de l'acide salicylique est ainsi obtenue, sous forme de cristaux blancs et déliés, retenant une petite quantité d'acides acétique et butyrique. On se débarrasse de cette impureté en exposant le lait à 100° pendant quelque temps, ce qui n'entraîne pas une perte sensible d'acide salicylique.

On peut, pour purifier l'acide obtenu, le transformer en salicylate mercureux, dont la grande insolubilité permet le lavage; le précipité traité par l'hydrogène sulfuré donne l'acide salicylique pur, que l'on peut ensuite doser exactement.

On dissout dans l'alcool faible et on mesure l'acidité au moyen d'une liqueur de soude, titrée au moyen d'acide salicylique pur. Un calcul simple indique immédiatement la proportion par litre.

(1) Congrès de 1878, p. 259.

valescents de maladies contagieuses. Sous le bénéfice de ces précautions, je me joindrais volontiers à M. Marbeau fils pour reproduire le vœu que son père exprimait il y a plus de trente-deux ans et auquel la Chambre des députés de 1847 avait adhéré : que l'autorité publique fournisse aux crèches leur local, la bienfaisance privée fera le reste. Pour m'associer plus complètement encore à ce vœu, je demanderais que les enfants des filles-mères y soient reçus comme ceux des ouvriers mariés. J'ajouterai aussi que, pour suppléer à l'insuffisance du lait des mères, chaque crèche soit pourvue d'un nombre suffisant de chèvres, comme le demandait M. Condureau au Congrès de 1878, et comme depuis de longues années, je le prescris quand le lait de la mère est insuffisant pour nourrir le jeune enfant. Il faut que les partisans des crèches sachent bien qu'aucune précaution ne doit être négligée pour arriver à la perfection qui est de réduire au plus bas chiffre la dîme mortuaire. Quand on y sera parvenu, toutes les objections contre les crèches s'évanouiront; la charité privée, le gouvernement leur donneront tout le développement nécessaire.

J'arrive maintenant à apprécier les résultats des efforts de l'Assistance publique, de la charité légale. La loi Roussel a été adoptée à l'unanimité; est-elle appliquée comme elle devrait l'être? La réponse négative n'est pas douteuse, je n'ai pas besoin d'insister. Les conseils élémentaires pour les nourrices, rédigés par la commission de l'hygiène de l'enfance, ne sont point régulièrement distribués, comme nous l'ont appris MM. G. Lagneau et Devilliers dans la dernière séance.

Les secours de l'Assistance publique à Paris diminuent et devraient diminuer beaucoup plus encore le chiffre de la mortalité de la naissance à un an. Ces secours ont été étudiés et établis avec une connaissance parfaite des besoins par une suite d'administrateurs aussi dévoués qu'habiles. A la femme nécessiteuse qui accouche à domicile, le bureau de bienfaisance accorde gratuitement les soins de la sage-femme, un secours en nature ou en argent, le prêt de draps ; à l'enfant la layette, des secours à la mère pour prévenir l'abandon, secours qui consistent en allocations supplémentaires pour encourager l'allaitement maternel, et, si cela n'est pas possible, en sommes nécessaires pour acquitter les premiers mois dus à la nourrice.

En théorie, tout cela est parfait; mais combien la pratique de ces règles salutaires laisse à désirer ! Je ne saurais trop répéter à mes collègues des bureaux de bienfaisance et du Conseil de l'Assistance publique de secourir le plus efficacement possible les femmes d'ouvriers, les filles-mères qui consentent à accoucher à domicile, à nourrir leurs enfants et aux membres du Conseil municipal de nous voter des sommes supplémentaires assez élevées pour nous permettre d'atteindre le but, de prévenir l'abandon et de favoriser énergiquement l'allaitement maternel.

CONCLUSIONS.

De l'étude à laquelle je viens de me livrer, je crois pouvoir conclure que la plus grande masse de lait commercial vendu à Paris ne peut remplir les conditions indispensables à l'alimentation de la naissance à un an; qu'il ne digère pas de la même façon que le lait de la mère ; qu'il détermine de la diarrhée infantile ou alimentaire, et que cette maladie est la cause dominante de l'énorme excédent de la mortalité.

Par toutes ces voies nous sommes une fois de plus conduits à affirmer l'opinion que j'ai depuis longtemps défendue et qui, du reste, est généralement admise aujourd'hui : qu'il convient de faire de continuels efforts pour revenir exclusivement, sauf de rares exceptions, à l'allaitement maternel, non seulement à Paris, mais partout.

BOUCHARDAT,
Professeur à la Faculté de médecine de Paris.

CHIMIE

COLLÈGE DE FRANCE

COURS DE M. BERTHELOT
De l'Institut.

De la décomposition chimique (1).

XXVI.

Nous avons vu que l'action de la chaleur sur les carbures d'hydrogène donne lieu à quatre ordres de phénomènes. Le résultat commun de chacun d'eux est la mise en liberté d'un des éléments, l'hydrogène ; tandis que l'autre s'accumule dans des produits de plus en plus condensés. C'est là un résultat fondamental et sur lequel je crois devoir insister, comme représentant l'une des caractéristiques générales de la décomposition chimique.

En effet, l'action de la chaleur sur le formène C^2H^4 donne lieu premièrement à la production du méthyle, C^2H^3, de l'éthylène, C^2H^2, de l'acétylène, C^2H, avec mise en liberté d'un, deux, trois équivalents d'hydrogène, et nous obtenons ainsi, dans cette première série de réactions, de l'hydrogène libre et des produits contenant des proportions croissantes de carbone. Ces décompositions sont conformes à la loi des proportions multiples ; mais le carbone ne peut être mis en liberté directement par suite de l'élimination du dernier équivalent d'hydrogène.

Nous avons vu, en second lieu, que ces premiers carbures peuvent être polymérisés par l'action de la chaleur avec production des séries de carbures répondant aux formules générales $(C^2H^2)^n$ et $(C^2H)^n$, et qu'il en résultait une troisième série de réactions, produites par l'action sur ces carbures de l'hydrogène mis en liberté, et par leur décomposition inverse avec perte d'hydrogène, chacune de ces réactions étant limitée par sa réciproque.

(1) Voir la *Revue scientifique* des 10 janvier, 31 janvier, 20 mars, 17 avril, 23 mai, 4 septembre et 25 septembre 1880.

Nous avons enfin étudié un quatrième ordre de phénomènes, consistant dans les actions de ces carbures les uns sur les autres, et présentant le même caractère de réciprocité que les précédents.

Dans ces quatre séries de phénomènes, le carbone n'apparait jamais à l'état libre. Réciproquement, jamais le carbone n'agit directement sur l'hydrogène à une température produite par simple échauffement.

L'hydrogène seul est donc mis en liberté dans la décomposition pyrogénée des carbures d'hydrogène; mais nous voyons que la proportion du carbone s'accrott dans les produits qui résultent de l'action de la chaleur, à mesure que la condensation devient plus grande. C'est ainsi que l'on arrive à des corps qui ne renferment plus que 3 à 4 pour 100 d'hydrogène. Les carbures extraits des résidus de la distillation des pétroles renferment jusqu'à 97.5 pour 100 de carbone, d'après les analyses de M. Prunier. Ce sont cependant des carbures définis et cristallisés, solubles dans un grand nombre de dissolvants. Le charbon même, dans les divers états où nous pouvons le préparer directement par l'action de la chaleur sur les carbures d'hydrogène, contient toujours au moins 1 pour 100 d'hydrogène.

Ainsi le carbone pur est une limite qui correspond à un état de condensation indéfini.

La même chose a lieu pour les hydrates de carbone qui constituent les glucoses, les matières amylacées et les celluloses diverses; dans ces corps, l'eau peut être éliminée, et le carbone peut s'accumuler dans les produits des déshydratations successives; mais jamais l'on n'arrive directement à obtenir un charbon exempt d'hydrogène et d'oxygène. Le carbone pur que l'on peut extraire des dérivés du sucre au moyen du chlore n'a pas exactement les mêmes propriétés que le carbone pur, préparé de même au moyen du charbon dérivé des carbures : ces deux carbones offrent chacun un état spécial, qui doit être considéré comme le résultat limite, l'un de la déshydratation des hydrates de carbone, l'autre, de la déshydrogénation des carbures.

Ces états mêmes offrent diverses variétés, suivant la nature des carbures ou des hydrates successivement condensés, dont ils sont les limites.

Les oxydes du carbone nous montrent encore un exemple analogue.

Le plus oxygéné que l'on connaisse, l'acide carbonique C^2O^4, donne, sous l'influence de l'effluve, naissance à de l'oxyde de carbone, C^2O^2, et celui-ci engendre un sous-oxyde C^8O^6. Ce dernier est solide et amorphe; mais il est cependant soluble dans l'eau; chauffé de 300° et à 400°, il se décompose à son tour et donne naissance à de l'oxyde de carbone, à de l'acide carbonique et à un autre oxyde plus riche en carbone, brun et insoluble dans l'eau et dont la composition peut être représentée par la formule $C^{16}O^6$. Enfin celui-ci, sous l'action de la chaleur, perd encore de l'acide carbonique, de l'oxyde de carbone, et donne naissance à de nouveaux charbons oxydés mal définis, mais beaucoup plus riches en carbone.

Comme on le voit, le carbone, sous un état différent des précédents, représente encore la limite de ces condensations. On doit encore remarquer que le second élément, l'oxygène, n'est pas ici éliminé à l'état libre, mais à l'état d'acide carbonique et d'oxyde de carbone.

Des condensations analogues se produisent par l'action de la chaleur sur les chlorures de carbone qui passent de l'état de C^2Cl^4 à C^4Cl^4, puis à $C^{12}Cl^6$, et à des sous-chlorures de plus en plus riches en carbone.

De même, par l'action de la chaleur sur les corps azotés, l'on obtient des corps de plus en plus riches en carbone, mais qui retiennent toujours de l'azote, associé suivant les cas à de l'hydrogène et à de l'oxygène. Nous pouvons toujours, au moyen du chlore et des alcalis, purifier les charbons obtenus par l'action de la chaleur sur tous ces divers corps; mais les matières que nous obtiendrons ainsi, quoique toutes constituées par un seul élément isolé, le carbone pur, ne seront pas identiques. Elles diffèrent par leur structure, leurs caractères physiques, par leurs produits d'oxydation sous l'action de l'acide nitrique et par divers caractères spéciaux; l'ensemble de leurs propriétés dépend de la nature et du nombre des condensations successives qui les ont produites.

Ces divers états paraissent correspondre à des polymérisations diverses et plus ou moins avancées du carbone.

On peut même aller plus loin : en effet, les propriétés physiques des composés du carbone semblent indiquer que cet élément doit exister à l'état gazeux.

En général, lorsqu'un élément fixe forme des combinaisons, il communique à ces combinaisons une certaine fixité correspondante. Or les caractères physiques des composés du carbone ne sont, à ce point de vue, nullement en rapport avec ceux du carbone lui-même, dans les divers états où nous le connaissons actuellement. Les combinaisons du carbone avec l'hydrogène, telles que le formène, l'éthylène, l'acétylène; ses combinaisons avec l'oxygène, telles que l'acide carbonique et l'oxyde de carbone, sont des gaz qui présentent même à la liquéfaction une résistance considérable. Le sulfure de carbone, quoique formé de deux éléments fixés à la température ordinaire, est un liquide très volatil. Il est probable que le carbone, qui entre dans ces combinaisons, n'est pas le carbone, tel que nous le connaissons dans ces divers états de polymérisation; mais qu'il y entre, au contraire, à l'état gazeux.

Nous avons vu, en effet, que le carbone ne peut contracter une combinaison directe avec l'hydrogène que lorsqu'il est volatilisé par la température extrême de l'arc voltaïque.

Ces indications sont confirmées d'une manière encore plus générale par les résultats de la spectroscopie. Si l'on examine les spectres électriques de tous les composés carbonés, on y trouve un système commun de raies et bandes brillantes. Ce système de bandes ne peut appartenir qu'à un gaz commun à tous, c'est-à-dire au carbone.

Ces considérations paraissent ne pas s'appliquer seulement au carbone, mais aussi au bore, et au silicium. C'est ce qui semble résulter des propriétés physiques d'un grand nombre de leurs composés, qui sont des gaz ou des liquides volatils,

et du mode de décomposition de ces derniers. M. Troost, en effet, a montré que, dans l'action de la chaleur sur le chlorure de silicium, on obtient des produits de condensation successifs, de plus en plus riches en silicium, et analogues à ceux que l'on obtient dans la décomposition des composés du carbone.

Les mêmes considérations s'appliquent aussi vraisemblablement aux métaux et à la décomposition de leurs combinaisons binaires : oxydes, sulfures, chlorures, etc. Certains composés métalliques, tels que les chlorures d'étain, de fer, d'aluminium, de plomb, présentent, en effet, une volatilité qui ne semble pas en rapport avec la fixité des métaux générateurs, tels que nous les connaissons; l'état actuel dans lequel nous obtenons les divers métaux serait donc dû à des polymérisations plus ou moins avancées.

Cette opinion est confirmée par la manière dont les chlorures métalliques se décomposent sous l'action de la chaleur, le chlore étant mis en liberté, tandis qu'il se produit des chlorures de plus en plus riches en métal. De même pour les oxydes métalliques.

En général, on peut, en chimie organique, calculer avec une certaine approximation les propriétés physiques qui dépendent des masses relatives des composés en fonction de celles des composants, au moyen de formules qui sont identiques pour des corps d'une même série. La même chose n'a pas lieu pour les composés métalliques. Cela tient probablement aux raisons précédentes.

Les mêmes raisons peuvent aussi nous rendre compte, dans une certaine mesure, des anomalies que présentent les chaleurs spécifiques des corps, tels que le carbone et les métaux. Celle du carbone en particulier est égale seulement au quart, à certaines températures, de la chaleur spécifique normale, ou tout au plus à la moitié même vers 600°, cette chaleur spécifique étant rapportée au poids atomique 12 et comparée à celle des métaux à la même température.

De même, la chaleur spécifique de divers métaux est égale seulement à la moitié de la chaleur spécifique normale : je veux dire celle qui résulte de leur densité gazeuze, conformément à la loi de Dulong.

Les conjectures que nous avons faites donneraient une explication de ces anomalies, et il était utile de les développer pour cette raison; elles peuvent en outre être la source d'idées et d'expériences nouvelles.

Nous allons entrer maintenant dans un autre ordre de considérations et étudier les lois qui règlent la vitesse des décompositions chimiques.

Il y a lieu de distinguer trois espèces de décomposition : les décompositions exothermiques qui ne sont pas limitées, les décompositions endothermiques non limitées, et les décompositions endothermiques limitées.

Pour les décompositions limitées, la loi fondamentale la plus simple serait que la quantité de matière qui se transforme à chaque instant est proportionnelle au produit des masses actives qui restent en présence, ces masses actives étant définies par les proportions initiales et les proportions finales. Si nous représentons par p et p' les masses actives à un moment donné, la quantité du décomposé en un temps dt sera

$$dy = Kpp'dt;$$

pour intégrer cette fonction, il faudrait connaître p et p', qui sont fonctions de la loi de dissociation.

Nous avons vu cependant dans l'étude de la formation des éthers que la vitesse d'éthérification pouvait être représentée par une formule analogue, et que dans le cas d'un acide et d'un alcool mélangés à équivalents égaux, l'intégrale représente une hyperbole équilatère. La loi est différente, mais elle se rattache à des notions analogues, lorsqu'il y a un excès d'acide ou d'alcool.

Pour les décompositions exothermiques non limitées, il y a lieu de distinguer deux cas, suivant que la chaleur dégagée par ces décompositions se produit assez vite pour élever la température du système, ou bien assez lentement pour que la chaleur développée soit absorbée par les parois et le rayonnement.

Dans le premier cas, la réaction prend le caractère explosif, et la vitesse varie par conséquent suivant le mode de décomposition employé. C'est ainsi que la force explosive de la poudre-coton est deux fois plus grande lorsqu'elle se décompose simultanément, dans tous les points de sa masse, sous l'influence du choc d'une amorce fulminante, ou lorsque la décomposition est produite par la propagation successive de l'incandescence déterminée sur un de ses points (Sarrau et Vieille).

Si, au contraire, la chaleur dégagée par les décompositions exothermiques est absorbée à mesure par les parois, et si la température ne s'élève pas, la loi de vitesse de décomposition est analogue à celle des combinaisons endothermiques non limitées.

Dans ces cas, admettons que la quantité décomposée à chaque instant est proportionnelle au poids de la matière non décomposée, la vitesse de décomposition sera représentée par l'équation

$$dy = m(A - y)dt,$$

A représentant le poids initial, y le poids de matière décomposée.

Si nous intégrons, nous aurons :

$$\log. \left(1 - \frac{y}{A}\right) = -mt,$$

ce qui montre que la décomposition ne sera complète qu'au bout d'un temps infini.

Cette, est représentée par une équation exponentielle, n'est vérifiée que d'une manière approchée par l'expérience.

Les expériences de ce genre doivent être faites sur la décomposition des gaz ou des liquides, celle des solides éprouvant des perturbations, dues au défaut d'homogénéité.

Or, dans ces cas, la proportion décomposée au début varie plus vite, ce qui tient sans doute à quelque élévation locale de température du système; plus tard. il y a compensation, c'est-à-dire que la quantité décomposée devient pro-

portionnelle au temps et est représentée, pendant cette période, par une ligne droite.

Voici quelques nombres relatifs à la transformation de l'ozone :

Durée.	Proportion d'ozone.
Proportion	5,3
Après 24 heures	2,9
— 2 jours	2,1
— 6 jours	1,2
— 14 jours	0,4
— 51 jours	traces
— 60 jours	0,0

La courbe est alors confondue avec sa tangente; puis la courbe se relève et la vitesse de la décomposition diminue.

Voici encore des nombres relatifs à la décomposition de l'eau oxygénée (déjà fort étendue au début):

Durée.	Oxygène actif.
1 jour	3,85
2 jours	3,66
6 jours	3,42
9 jours	3,06
10 jours	2,89
14 jours	2,55
18 jours	2,10
27 jours	1,32
33 jours	0,85
37 jours	0,70

On peut voir que, pendant les trente premiers jours, la décomposition peut être très sensiblement représentée par la ligne droite

$$y = -0{,}094\,x + 3.85,$$

donc pendant cette période la décomposition est proportionnelle au temps; après quoi, elle décroît rapidement.

XXVII.

Nous allons examiner aujourd'hui l'influence des énergies mécaniques sur les combinaisons et les décompositions chimiques. Cette influence peut s'exercer de différentes manières. On peut déterminer un choc sur les corps que l'on veut faire entrer en combinaison, ou dont on veut déterminer la décomposition. On peut encore faire intervenir les énergies mécaniques sous forme de pression, ou enfin sous une troisième forme, le mouvement vibratoire.

On peut exercer les chocs sur les corps solides, liquides ou gazeux. Dans le premier cas, une partie de l'énergie perdue par le corps qui détermine le choc se transforme en chaleur et cela surtout au voisinage du point de contact. Cette chaleur peut agir de diverses manières. Distinguons d'abord les réactions endothermiques et les réactions exothermiques. Si le choc agit sur un corps dont la décomposition correspond à un phénomène endothermique, les effets du choc sont insignifiants, et il est facile de s'en rendre compte, si l'on considère la grandeur relative de l'équivalent mécanique de la chaleur. La chute d'un poids de 425 kilogr. de 1 mètre de hauteur représente seulement une élévation de 1 degré par 1 kilogr. d'eau. Avec les gaz, au contraire, le choc peut produire une élévation de température suffisante pour déterminer un effet chimique.

Les expériences ont été faites avec des tubes de fer très épais et pouvant résister à plusieurs milliers d'atmosphères, et d'un volume intérieur de 50 ^{cc} environ : je les mets sous vos yeux. Un piston à tige cannelée, surmonté d'une tête aplatie, pouvait être enfoncé dans ces tubes sous l'action du choc déterminé par la chute d'un mouton du poids de 500 kilogrammes, tombant d'un ou plusieurs mètres. L'extrémité de ces tubes portait un tube capillaire muni d'un robinet, ce qui permettait de recueillir les gaz après l'action du choc et de s'assurer qu'il n'y avait pas eu de perte de gaz. La pression ainsi développée s'élevait à 500 atmosphères environ. Ces tubes, du reste, ne pouvant servir qu'une fois ou deux, le tube s'écrasant et le piston se soudant au tube par suite du choc, les expériences étaient dispendieuses et difficiles, et le nombre en a dû être restreint.

Le choc peut, dans le cas des gaz, déterminer des transformations internes dans des conditions qui ne pourraient être réalisées ni sur un solide ni sur un liquide. On peut voir que, dans les conditions de l'expérience, la température du gaz devrait s'élever théoriquement au-dessus de 50 000° et même de 100 000°, si l'on pouvait réussir à transformer en chaleur la totalité de la force vive du mouton. En principe, la compression des gaz est la seule méthode qui permette d'obtenir, du moins théoriquement, des températures au delà de toute limite. Malheureusement les températures que l'on déduit ainsi par le calcul du principe de l'équivalence mécanique de la chaleur ne peuvent jamais être réalisées, à cause de l'absorption par les parois de la plus grande partie de la chaleur développée.

Un certain nombre de gaz ont éprouvé dans ces conditions un commencement de décomposition. L'oxyde de carbone et l'oxygène ne se sont combinés qu'incomplètement; le protoxyde d'azote a fourni de l'azote et de l'oxygène.

De même, divers mélanges gazeux ont donné des phénomènes répondant à des températures élevées et qu'on pourrait évaluer vers 700 à 800°, si les réactions avaient eu lieu vers la température ordinaire. Mais ce chiffre est trop bas, car les réactions observées ont eu lieu sous une pression de 500 atmosphères. Or la pression agit en effet en sens inverse de la température, elle facilite les combinaisons et limite dans ces conditions les décompositions. Quoi qu'il en soit, je le répète, les effets obtenus ainsi correspondent à ceux que l'on obtiendrait vers une température de 700 à 800° sous la pression ordinaire. Ces effets du choc sont intéressants, parce qu'ils nous montrent la décomposition des gaz produite par la transformation directe d'un travail mécanique.

Nous avons vu que dans le cas des solides et des liquides la pression ne pouvait guère déterminer des décompositions endothermiques, la température de ces solides et de ces liquides ne pouvant être élevée, par suite du choc, que dans de très faibles limites.

Mais il en est autrement pour les corps qui se décomposent avec dégagement de chaleur, et tels que la décomposition commencée sur un point peut se propager, par suite de la chaleur même qu'elle développe.

C'est ce qui arrive pour les matières explosives, telles que les fulminates, la dynamite, la poudre-coton. Dans ce cas, la transformation de la force vive perdue n'a pas pour effet d'élever d'une manière uniforme la température de la masse tout entière du corps choqué. Il est facile de voir qu'un corps de 2 kilogrammes tombant de 1 mètre de hauteur sur 1 gramme de dynamite pourrait élever tout au plus de 1 ou de 2° la température de ce corps, en supposant une transformation totale de la force vive du corps tombé : or cette élévation de température est tout à fait insuffisante pour en déterminer l'explosion.

Le choc agit ici suivant un autre mécanisme : il échauffe seulement la surface choquée, surface ayant une très petite épaisseur et qui, par suite, peut être portée ainsi à une température élevée. De cette élévation de température résulte la décomposition brusque de cette première portion, décomposition qui dégage une quantité de chaleur infiniment plus grande que celle qui est due au choc primitif. Il se développe ainsi des gaz, qui produisent un nouveau choc sur la couche de matière située au-dessous, choc plus violent que le premier : la décomposition de cette seconde couche se produit aussitôt, et elle provoque le choc des gaz sur une troisième couche. La décomposition de la masse tout entière se produit ainsi par suite de propagations successives.

On conçoit par là que la décomposition des matières explosives se produise avec des vitesses différentes suivant la manière dont le choc initial a agi. Ces considérations expliquent les différences de pression que l'on obtient dans l'explosion de la dynamite et de la poudre-coton, suivant qu'on les enflamme directement ou à l'aide d'un fulminate.

Proposons-nous maintenant d'étudier une question voisine de la précédente : l'influence de la pression sur les phénomènes chimiques, les pressions étant effectuées lentement et dégagées des effets thermiques qui accompagnent le choc ou la compression brusque.

Nous avons vu que la pression ne produisait pas d'effet appréciable sur les réactions entre les liquides et les solides qui ne donnent pas naissance à des gaz, comme cela a lieu par exemple dans l'éthérification.

Quand il s'agit de gaz, la pression peut agir dans certains cas, parce qu'elle peut produire un changement dans la condensation ; mais, en général, la pression ne peut agir dans les réactions illimitées ni pour produire une décomposition endothermique ni pour arrêter une décomposition exothermique. Elle ne peut non plus déterminer soit une combinaison endothermique, soit une combinaison exothermique, mais non limitée.

Il en est autrement dans les décompositions limitées, où se dégage un gaz intervenant sur l'état de dissociation du système; la pression exerce alors une influence très nette. C'est ainsi que l'on peut obtenir, en augmentant la pression, certains composés qui ne peuvent être produits dans d'autres conditions, comme cela a lieu dans la formation du chlorhydrate d'hydrogène phosphoré réalisée par M. Ogier. Voici l'expérience.

Les synthèses suivantes essayées sur des systèmes formés d'un liquide et d'un gaz n'ont donné que des résultats négatifs.

L'éthylène et l'acide sulfurique ont été maintenus pendant quelques minutes sous une pression de 80 atmosphères, et cette action de la pression n'a pas donné lieu à une combinaison sensible. L'éthylène est cependant absorbé lentement à la température ordinaire par l'acide sulfurique, et il n'est pas douteux que cette absorption ne soit activée par la pression; mais cette accélération n'est pas sensible dans l'espace de quelques minutes.

L'oxyde de carbone, comprimé vers 400 atmosphères en présence de la potasse aqueuse alcoolique, n'a pas été absorbé sensiblement. Il est probable cependant que si la pression avait été maintenue pendant plusieurs jours, on eût observé une absorption plus rapide qu'à la pression ordinaire.

La pression n'est réellement efficace que dans les phénomènes de dissociation, et encore pourvu qu'on l'exerce sur les éléments gazeux du système qui se dissocie; l'influence d'une compression produite par un gaz étranger au système est nulle.

Examinons enfin la troisième forme sous laquelle une énergie mécanique peut intervenir et étudions l'influence du mouvement vibratoire.

On peut supposer *a priori* qu'un mouvement vibratoire puisse, en modifiant la vitesse de vibration des molécules, faciliter des combinaisons ou des décompositions.

Un certain nombre d'expériences ont été faites sur les matières explosives, expériences qui ont conduit à soupçonner une influence de ce genre. Il ne peut s'agir du reste ici que de réactions exothermiques, l'énergie du mouvement vibratoire étant très faible et ne pouvant évidemment fournir la force vive nécessaire à la réalisation de réactions endothermiques.

Nous citerons l'explosion de l'iodure d'azote, placé sur une des cordes d'un violoncelle et qui détone par unisson lorsqu'on fait vibrer la même corde d'un autre violoncelle.

De même, l'iodure d'azote placée au foyer d'un miroir sphérique détone lorsque l'on produit une explosion de nitro-glycérine au foyer conjugué d'un autre miroir, d'après MM. Champion et Pellet. Tous les corps détonants ne déterminent pas l'explosion des matières explosives dans cette expérience, et l'on a cru pouvoir conclure de cette expérience et de la précédente la nécessité de vibrations d'une longueur d'onde déterminée, pour produire de la sorte l'explosion des matières explosives.

Citons encore le fait bien connu des explosions par influence, observées par M. Abel. On sait, en effet, que l'on peut placer le long d'un mur des cartouches de fulmicoton comprimé ou de dynamite, distantes les unes des autres d'intervalles notables, et que leur explosion successive peut être déterminée sans qu'il y ait besoin que chacune d'elles soit

munie d'une amorce, l'explosion se propageant de chaque cartouche à la voisine.

Deux théories ont été données de ces explosions par influence : dans l'une, on suppose chacune de ces explosions successives déterminée par un mouvement vibratoire résultant des précédentes ; dans l'autre, on admet que ces explosions sont dues au choc direct des gaz produits et de l'air qui seraient projetés sur les cartouches voisines comme le seraient des corps solides. Toutes les fois, en effet, que l'air est déplacé avec une vitesse supérieure à celle de la propagation du son, ce qui a lieu d'ailleurs dans l'explosion des matières explosives précédentes, il ne peut transmettre sous la forme d'ondes régulières les impulsions qu'il reçoit et il est projeté comme une masse solide sur les objets qu'il rencontre.

Cette deuxième explication paraît de beaucoup plus probable que la première.

De même, dans les expériences précédentes sur les corps tels que l'iodure d'azote, l'explosion paraît devoir être attribuée simplement à la friction directe du support sur lesquels ils sont placés, friction pouvant produire le même effet que le contact d'une barbe de plume, lequel suffit, comme on le sait, pour déterminer l'explosion de l'iodure d'azote. Cette explication est beaucoup plus probable que celle qui admet une action propre à certaines vibrations musicales. Celles-ci auraient alors pour effet de se propager au support et non à la matière explosive.

Nous indiquerons, pour terminer, quelques essais de décomposition faits sur deux gaz et un liquide, essais qui montrent la stabilité de la matière en vibration sonore.

Pour vérifier si les vibrations peuvent exercer sur les décompositions une influence accélératrice, on doit avoir recours à des corps dont la décomposition réponde à un phénomène exothermique et qui soient même dans un état de décomposition continue.

Quatre corps qui répondent à ces conditions, l'ozone, l'eau oxygénée, l'acide persulfurique et l'hydrogène arsénié, ont été placés dans un flacon supporté par une des branches d'un diapason, mu électriquement et exécutant environ 100 vibrations simples en une seconde. La décomposition n'a pas été plus rapide que dans les conditions ordinaires.

Les mêmes corps, placés dans des tubes frottés par une roue entourée d'un feutre mouillé et déterminant sur ces tubes des vibrations longitudinales dont le son correspondait à 8000 vibrations par seconde, ne se sont pas décomposés d'une manière appréciable dans l'espace d'une demi-heure.

Ainsi, je le répète, la matière qui se décompose sous l'influence des vibrations éthérées, lumineuses, électriques, calorifiques, est stable, au contraire, sous l'influence des vibrations sonores : résultat facile à comprendre si l'on envisage l'extrême différence de vitesse des vibrations sonores et des vibrations éthérées.

XXVIII.

Nous allons nous occuper aujourd'hui des décompositions où se produit un équilibre entre deux actions inverses : les éléments mis en liberté tendant à se recombiner par suite de l'affinité, tandis que l'action de l'échauffement tend à ramener à l'état de liberté les éléments du composé.

Nous citerons d'abord quelques exemples.

Nous avons vu que l'eau au-dessus de 1000° se décompose partiellement en hydrogène et en oxygène, que cette décomposition va en croissant avec la température, et qu'elle devient presque totale vers 3000°. Donc à chacune des températures comprises entre 1000 et 3000° correspond un équilibre particulier entre l'oxygène, l'hydrogène et l'eau. Les mêmes équilibres sont atteints par une marche inverse, lorsque l'on soumet à l'action de la chaleur un mélange à équivalents égaux d'oxygène et d'hydrogène, et il se forme, dans ce cas, la même proportion d'eau que celle qui reste non décomposée dans l'expérience inverse. Si on laisse la température s'abaisser progressivement au-dessous de 1000°, la combinaison devient totale. Ces phénomènes présentent donc fort nettement un caractère de réversibilité.

De même, l'acide iodhydrique, sous l'action de la chaleur, se décompose en ses éléments, et la décomposition paraît sensiblement totale au-dessus du rouge ; les éléments se recombinent en sens inverse pendant le refroidissement, au bout d'un temps suffisant.

Des équilibres analogues entre deux actions inverses s'établissent encore dans l'action de la chaleur sur les carbures d'hydrogène, par exemple dans la décomposition de l'hydrure d'éthylène par la chaleur, où un équilibre particulier s'établit à chaque température entre trois corps, l'hydrure d'éthylène non décomposé, l'éthylène et l'hydrogène.

De même, la décomposition du carbonate de chaux en chaux et en acide carbonique ne devient totale qu'à une température très élevée, et elle est précédée par un intervalle de dissociation, pendant lequel des équilibres particuliers s'établissent encore entre trois corps, le carbonate de chaux, la chaux et l'acide carbonique.

Ce phénomène présente cependant avec les précédents une certaine différence, car ici le corps composé est solide, ainsi que la chaux, l'un des deux produits de sa décomposition, c'est-à-dire que le système résultant n'est pas homogène, comme dans le cas des systèmes gazeux formés par des composants gazeux.

Les hydrates salins perdent de même, sous l'action de la chaleur, leur eau de cristallisation ; tel est, par exemple, le cas du sulfate de soude hydraté, $SO^4 Na . 10 HO$, qui se décompose partiellement en sulfate anhydre et eau ; cette décomposition se produisant dans des proportions définies pour chaque température et devenant totale si l'on chauffe suffisamment.

Le nombre de ces dissociations limitées par des réactions inverses est fort considérable. Nous citerons encore l'éther chlorhydrique, $C^4 H^4 H Cl$, qui, chauffé vers 400° en tube scellé, se décompose en partie en éthylène et en acide chlorhydrique, et dont la décomposition devient totale vers 600°.

Il existe enfin des réactions limitées, dans lesquelles quatre corps concourent, deux composants et deux composés ; telle est la formation des éthers. L'acide acétique, par exemple,

et l'alcool, mis en présence, se combinent avec production d'éther acétique et élimination d'eau. Inversement, l'éther acétique est décomposé par l'eau, avec régénération d'acide acétique et d'alcool.

Chacune de ces réactions est limitée par la réaction inverse; la formation de l'éther acétique, par l'action d'un équivalent d'alcool sur un équivalent d'acide acétique, s'arrêtant aux deux tiers de la proportion qui répondrait à une réaction totale, tandis qu'inversement un équivalent d'eau, mis en présence avec un équivalent d'éther acétique, ne décompose qu'un tiers de ce dernier.

Nous avons ici quatre corps, l'alcool, l'acide acétique, l'éther acétique et l'eau, entre lesquels se produit l'équilibre. Mais ici nous pouvons regarder comme une combinaison, ou comme une décomposition, soit l'action directe, soit l'action inverse.

C'est, en général, l'échauffement qui, dans ces phénomènes de décompositions limitées par la recombinaison inverse, produit la décomposition, et les corps se recombinent alors avec dégagement de chaleur.

C'est l'inverse cependant qui se produit quelquefois, par exemple dans le cas de la décomposition de l'acide iodhydrique. La formation de ce corps absorbe, en effet, $0^c,8$. Il en résulte que, dans la période d'équilibre et de dissociation, l'énergie de la chaleur sera employée à produire la recombinaison, pendant que les éléments tendent, au contraire, à se séparer d'eux-mêmes.

Dans le cas de la formation des éthers, c'est la formation de l'éther composé qui absorbe de la chaleur, et la décomposition qui en dégage. Mais ici nous n'avons pas, à proprement parler, de décomposition véritable, comme nous l'avons vu, mais seulement un équilibre entre deux réactions de signe contraire.

Des phénomènes analogues se reproduisent dans la formation du sulfure de carbone, qui se produit toujours dans des conditions où il se dissocie en même temps.

Ces renseignements généraux donnés, nous avons maintenant une distinction importante à faire, suivant qu'il s'agit de milieux homogènes ou hétérogènes. Les résultats sont, en effet, différents, suivant que tous les corps restent en totalité en présence ou seulement en partie.

Les systèmes restent homogènes dans le cas de la décomposition des gaz, étudiés plus haut, par exemple celle de l'acide iodhydrique au-dessus de 200°, celle de l'hydrure d'éthylène ou de l'éther chlorhydrique. Il en est de même pour le cas de la formation de l'éther acétique, dans l'état liquide ou gazeux.

Mais il n'en est plus de même dans la décomposition du carbonate de chaux, système hétérogène où le corps qui se décompose et un des produits de sa décomposition sont solides, tandis que l'acide carbonique est gazeux; la recombinaison de ce dernier avec la chaux ne peut ici se produire qu'au contact de la matière solide et de la matière gazeuse, et sur leur surface de séparation : et l'on conçoit qu'il puisse résulter de là des lois très différentes de celles qui correspondent au cas d'un système homogène, où la masse entière des composants et du composé peuvent exercer les unes sur les autres une action réciproque.

Il en est de même pour le sulfate de soude hydraté, décomposable en sel anhydre et en eau gazeuse.

Il en est encore de même pour le sulfure de carbone; mais ici le composé est gazeux, ainsi que l'un des composants, tandis que l'autre composant est solide.

Dans les deux premiers cas, on a observé, comme nous le verrons, une tension de dissociation définie pour chaque température, tension de dissociation qui est représentée par la pression de l'élément gazeux qui est éliminé. Le dernier cas donnerait lieu à des lois analogues, mais il n'a pas encore été étudié.

Nous allons étudier les circonstances qui caractérisent les équilibres dans les systèmes homogènes et dans les systèmes hétérogènes, en commençant par les premiers.

Deux séries d'expériences ont été faites, les unes sur les éthers, que j'ai exécutées en 1862; les autres postérieures, sur la décomposition de l'acide iodhydrique, faites par M. Lemoine, il y a quelques années.

Nous nous proposerons d'étudier les questions suivantes :

1° Existence d'une limite;
2° Influence de la température;
3° Influence de la pression;
4° Influence des proportions relatives;
5° Vitesse des réactions.

1° *Existence d'une limite.* — L'existence d'une limite pourra être établie en maintenant dans les mêmes conditions les deux composants en présence, et en vérifiant si l'on arrive ainsi à un terme qui ne puisse être dépassé. Cette méthode laisse cependant quelque doute dans l'esprit, et l'on peut se demander si cette limite, qui paraît atteinte au bout d'un temps limité, ne pourrait être dépassée au bout d'un temps beaucoup plus considérable.

L'existence d'une limite, pour être établie avec certitude, doit être contrôlée par l'étude de la réaction inverse et par la coïncidence des deux limites trouvées dans cette action inverse ainsi que dans la réaction directe.

C'est ce qui a lieu dans la formation des éthers.

Un équivalent d'éther benzoïque, par exemple, étant chauffé avec un équivalent d'eau en tube scellé à 200° pendant 24 heures, 33,6 pour 100 d'éther ont été décomposés, et 66,4, par conséquent, sont restés non décomposés.

Inversement, l'alcool et l'acide benzoïque étant chauffés à équivalents égaux, on a obtenu 66,5 pour 100 d'éther benzoïque, et 33,5 du mélange primitif ont subsisté.

Les deux limites obtenues dans ces deux réactions inverses peuvent, comme on le voit, être regardées comme identiques.

Ceci se rapporte à l'état liquide; mais il en est de même à l'état gazeux.

Voici deux expériences inverses faites sur l'alcool et l'acide acétique, pris à équivalents égaux, contenus dans des ampoules et chauffés dans des vases dont la capacité était telle que 1^{cc} du mélange pouvait occuper 37^{cc}, ce qui correspon-

dait à une vaporisation totale, à la température des essais (220°).

On a obtenu :

72,3 pour 100 combinés
27,7 — non combinés.

D'autre part, de l'éther acétique et de l'eau étant chauffés dans les mêmes conditions, on a trouvé :

72,7 non décomposés
27,3 décomposés.

Les deux limites peuvent encore être regardées comme identiques, les différences obtenues étant de l'ordre des erreurs d'expériences.

Les expériences sur l'acide iodhydrique conduisent à la même conclusion : la même limite est atteinte dans la décomposition de ce corps et dans l'action inverse de l'hydrogène et de l'acide.

2° *Influence de la température.* — La limite doit être indépendante de la température, ou varier avec elle. Le premier cas est réalisé dans la formation des éthers ; le second, dans la décomposition de l'acide iodhydrique.

Voici, par exemple, les résultats obtenus pour l'acide acétique :

Alcool et acide acétique à éq. égaux.	Limite.
A la température ordinaire après 16 ans. .	65,2
A 100° après 500 heures	65,6
A 170° — 42 heures	66,5
A 200° — 24 heures	67,3
A 220° — 38 heures	66,5

Ces nombres oscillent, comme on le voit, autour de 66, et la température n'a pas d'influence sensible sur la limite.

Au contraire, la limite croît avec la température dans la décomposition de l'acide iodhydrique.

Sous une pression de deux atmosphères, on a obtenu :

A 350°.	18,0 d'acide décomposé
A 440°.	25,0 —

3° *Influence de la pression.* — L'influence de la pression est très différente, suivant qu'elle s'exerce sur un système liquide ou gazeux ; nous avons vu qu'elle était nulle dans le premier cas, et cela se conçoit puisque la pression ne peut pas changer sensiblement la densité et la condensation du liquide.

Il en est autrement pour les systèmes gazeux, dans lesquels la pression peut changer très notablement la condensation.

Voici les résultats obtenus avec l'acide acétique :

Volume occupé par le mélange.	Limite.
1 gramme = 2^{cc} (système liquide). . . .	66,2
1 gramme = 36^{cc} (système gazeux). . . .	72,5
1 gramme = 58^{cc} (système gazeux). . . .	77,2

Des expériences même ont été faites avec un volume tel qu'un gramme occupait 1560^{cc}, mais le ralentissement a été tel dans ce cas qu'il n'a pas été possible d'atteindre la limite au bout de 500 heures : les deux tiers seulement de la combinaison avaient été effectués.

On voit que, en tout cas, la limite s'élève à mesure que la condensation diminue.

On obtient avec l'acide iodhydrique un résultat analogue.

On a trouvé sous une pression

De 4 à 5 atmosphères . . .	24 pour 100 décomposés
1 — . . .	26 —
1/5 — . . .	29 —

Des phénomènes analogues ont lieu dans l'action de l'étincelle électrique sur l'acétylène et l'hydrogène.

Sous une pression de $3^m,46$, il subsiste 12,5 pour 100 d'acétylène ; cette limite reste sensiblement constante jusqu'à une pression de $0^m,41$; après quoi, elle tombe à 6,1, valeur moitié de la précédente. Elle conserve cette nouvelle valeur jusqu'à une pression de $0^m,23$; après quoi, elle diminue encore et tombe à 3,0, valeur qu'elle conserve jusque vers 2 ou 3 millimètres.

On voit que la limite change encore ici avec la pression et que ce changement se produit d'une manière discontinue ; mais l'action de l'étincelle offre des conditions toutes spéciales.

4° *Influence des proportions relatives.* — Dans les expériences citées précédemment, des équivalents de chaque corps étaient mis en présence. On peut aussi faire agir les corps les uns sur les autres, non plus équivalent à équivalent, mais en faisant varier leurs proportions relatives.

On constate que, toutes les fois que l'on augmente la quantité d'un des deux corps, on augmente la réaction correspondante, et ces variations ont lieu d'une manière continue.

Voici, par exemple, les limites de l'éthérification atteintes avec des mélanges d'un équivalent d'acide acétique et d'un ou de plusieurs équivalents d'alcool.

Avec 1 équivalent d'alcool	66,5
2 —	82,8
5 —	90,7

La limite croît ainsi infiniment, à mesure que l'excès de l'alcool augmente, mais la réaction ne devient jamais totale. Du reste, les dosages deviennent de plus en plus difficiles, mesure que la concentration diminue.

Les résultats sont analogues, lorsque l'on met en présence un équivalent d'alcool avec plusieurs équivalents d'acide acétique.

Voici les limites atteintes avec des mélanges d'un équivalent d'alcool

Avec 1 équivalent d'acide acétique	66,5
2 —	85,8
5 —	96,6

l'on voit que la progression est encore plus rapide que le cas précédent, mais la marche est analogue.

Ces faits ne dépendent pas de la dilution produite par l'addition du corps en excès, car l'addition d'un liquide inerte

tel que l'acétone ou l'éther ordinaire, substances ne pouvant produire aucune action chimique ni sur l'alcool, ni sur l'acide, ne change pas la limite.

Les résultats sont différents si l'on ajoute un excès du corps résultant de l'éthérification, l'éther acétique, bien que ce dernier ne puisse exercer aucune action sur les corps en présence ; j'ai constaté que cette addition détermine une diminution de la limite.

Il en est de même si l'on ajoute un excès d'eau. Mais, dans ce cas, l'eau exerce une action décomposante sur l'éther acétique formé, et le résultat pouvait être prévu facilement.

Nous venons de voir que l'éthérification de l'acide ou de l'alcool augmente par suite de l'addition d'un excès d'alcool ou d'acide.

Lorsqu'un des deux corps est en grand excès par rapport à l'autre, on remarque que si l'on ajoute de petites quantités de ce dernier, l'action est proportionnelle à la plus petite des masses; ce fait est, du reste, applicable à toutes les réactions limitées.

De telles conditions sont réalisées dans les vins et dans le vinaigre de vin. Dans le premier cas, c'est l'acide qui constitue la plus petite des masses, et c'est l'alcool dans le second.

Il en résulte que l'on peut calculer dans ces liquides la quantité d'éther produite au bout d'un certain temps, connaissant la composition initiale. On voit ainsi que la proposition des acides du vin, qui peut être ainsi éthérifiée, s'accroît jusqu'à la proportion de 12 pour 100 des acides : ce qui correspond à un quart environ du poids, si l'on remarque que ces acides, tels que l'acide tartrique, l'acide succinique, sont bibasiques et forment des éthers acides.

5° *Vitesse.* — Nous avons vu que la vitesse croît avec la température et que cet accroissement est très rapide : c'est ainsi que le coefficient caractéristique de la vitesse est, à 200°, 22 000 fois aussi considérable qu'à la température ordinaire. Quelques heures à 200° produisent le même effet que plusieurs années à la température ordinaire.

Nous avons vu aussi que la pression exerce une action fort remarquable, qu'elle n'agit pas sur un système liquide, mais qu'elle accélère dans des proportions notables la combinaison dans les cas de systèmes gazeux, parce qu'elle accroît la condensation de la matière.

Les proportions relatives exercent une action caractéristique sur la vitesse, et, bien que la limite soit plus élevée dans les cas d'un excès d'un des deux composants, la vitesse est ralentie, du moins au début : cela tient à la dilution qui résulte de l'addition du composant en excès.

La présence des produits, tels que l'acide acétique, dans le cas de l'éthérification de l'acide acétique, ralentit aussi la vitesse d'éthérification.

Ce sont là des relations qui sont vraisemblablement générales et qui s'appliquent à toutes les réactions limitées, dans le cas des systèmes homogènes.

BERTHELOT.

La suite prochainement.)

ÉCONOMIE POLITIQUE

ASSOCIATION FRANÇAISE POUR L'AVANCEMENT DES SCIENCES

Section d'économie politique.

M. *Frédéric Passy,* membre de l'Institut, est élu président d'honneur. M. *Rozy,* professeur à la Faculté de droit de Toulouse, avait été désigné, en 1879, pour présider la section pendant la session de 1880. M. *Bouvet,* administrateur de l'École de la Martinière, est nommé vice-président. M. *Breul,* avocat, reste secrétaire comme l'année précédente.

M. *Mismer* fait une communication sur la nécessité de substituer à la base métaphysique du suffrage universel une base positive. Cette base positive, pour M. Mismer, c'est la limitation de l'action du suffrage universel à la commune. Ce seraient les conseils municipaux qui éliraient les conseillers généraux, et les conseils généraux, les membres du pouvoir législatif.

Une vive discussion s'engage à ce propos entre MM. Rozy, Mismer, de Carpentier, Frédéric Passy, Renaud, Alglave et Kownocki, de laquelle il ressort que le suffrage universel existe, qu'il est établi et qu'il est impossible aujourd'hui d'y toucher pour lui enlever une partie de ses attributions, d'autant plus que le système proposé en remplacement ne paraît pas assuré de supprimer les inconvénients du mode de suffrage actuellement usité.

M. *Courty* expose quelques principes relatifs à l'éducation. Il bâtit tout un système pédagogique, conforme aux idées actuellement acceptées, relativement à la durée des leçons et au classement à adopter pour la distribution des matières dont se compose l'ensemble des études. Les points principaux qui sont abordés dans cet aperçu sont ceux de la limitation des leçons dans le jeune âge à une demi-heure et de la nécessité de commencer l'étude des langues vivantes par l'allemand plutôt que par l'anglais.

M. *Frédéric Passy* et M. *Levasseur* insistent également sur la nécessité d'aborder l'étude des langues vivantes par l'allemand, cette langue renfermant la plus grande partie des racines des autres idiomes.

M. le docteur *Lagneau* signale les inconvénients de notre système d'étude au point de vue de la déformation du crâne et du cerveau et de la dépression des facultés physiques de l'individu.

M. *Jadart* présente un essai de statistique sur la population de l'arrondissement de Rethel. C'est une monographie démographique très bien faite. Les recherches sur la population, dit-il, ne seront vraiment intéressantes et utiles qu'autant qu'on fera des études approfondies sur chacun des arrondissements de France. M. Jadart s'est servi de tous les documents anciens ou modernes relatifs à l'arrondissement de Rethel, pays en grande partie agricole. Il compare les chiffres de 1306 avec ceux de 1735 et avec ceux de 1876. La population, assez dense au XIIIe siècle, subit de fortes diminutions par suite de la guerre de Cent ans et des luttes de la Ligue et de la Fronde. Elle ne se releva que lentement jusqu'à la fin du siècle dernier. En 1790, on y trouve 52 926 habitants ; la population va en augmentant jusqu'en 1851, date à laquelle elle atteint 70 999 habitants. Il n'y a qu'un moment d'arrêt, de 1811 à 1816. De 1851 à 1876, elle retombe à 59 785 habitants. Cette perte est due principalement à l'émigration rurale et à l'émigration des tisseurs à la main vers les centres industriels voisins. Il passe ensuite en revue les moyens de remédier à ce fâcheux état de choses et croit qu'ils ne dépendent point de l'État, mais bien de l'initiative individuelle.

M. *Levasseur* entre, à ce propos, dans des considérations générales sur le mouvement de la population en France. Il

retrace les diverses fluctuations de cette population. Elle ne diminue pas, comme on paraît le croire; mais elle n'augmente pas aussi vite que celle de certains autres pays. Cependant M. Levasseur ne croit pas qu'il y ait lieu de s'inquiéter outre mesure de cet état de choses.

Une vive discussion s'engage sur cette importante question.

M. *Bertillon fils* insiste surtout sur la diminution de la fécondité des mariages et sur ce fait, que l'aisance a pour effet d'aggraver la tendance à la limitation du nombre des enfants.

La discussion continue entre MM. Poulain, adjoint à la mairie de Reims, le docteur Lagneau, Alglave et Rozy.

M. *Cacheux* fait une communication sur les types d'habitations ouvrières que l'on construit en ce moment boulevard Murat, à Reims. A ce propos, MM. Rozy, de Carpentier, Guyot, Promsy et Esteulle échangent quelques observations pratiques.

M. *Yves Guyot,* membre du conseil municipal de Paris, traite de la valeur relative des capitaux fixes et des capitaux circulants. Il établit que la valeur des uns va sans cesse en augmentant, tandis que le phénomène contraire se produit pour les autres.

Contrairement à ce que Proudhon a cherché à établir, à savoir que la baisse du prix des capitaux circulants appauvrit un peuple, M. Yves Guyot démontre que le problème posé par J.-B. Say, et commenté par Proudhon, reçoit la solution suivante : la richesse d'une nation est en raison directe de la valeur de ses capitaux fixes et en raison inverse de la valeur de ses capitaux circulants. Le progrès économiste se manifeste par la plus-value des premiers et par la baisse des autres.

MM. Levasseur et Alglave ont fait remarquer que l'accroissement de valeur considérable des capitaux fixes tient à ce qu'ils représentent des choses naturellement limitées, en quantité ou en étendue, comme la terre. Les maisons sont à part. Elles ont un caractère spécial, et leur accroissement de valeur tient, d'une part, à l'accroissement de la population et, d'autre part, souvent à des circonstances d'un caractère tout à fait local.

M. *de Carpentier* s'occupe du reboisement de la Champagne, des essais déjà tentés, des résultats obtenus et des moyens à employer pour y donner toute l'extension possible. Par des plantations de pins, on a réussi à donner à certaines régions, ne valant guère plus de 20 francs l'hectare, une valeur considérable, et il cite des exemples de grandes fortunes qui proviennent de cette origine.

M. *Frédéric Passy* parle des dispositions du Code civil relatives à la puissance paternelle. Il montre que, si cette puissance paternelle est justifiée dans la très grande majorité des cas, il est cependant telles circonstances où il est nécessaire de la restreindre. Elle ne saurait être absolument illimitée. Un enfant abandonné est recueilli par une autre personne. Celle-ci remplit vis-à-vis de cet enfant les devoirs du père. Cependant le vrai père conserve la plénitude de ses droits et peut le reprendre le jour où il lui plaît. M. Passy propose donc de limiter la durée de la puissance paternelle à six mois après le moment où le père aura cessé de l'exercer et d'assurer les droits de la personne qui l'aura recueilli par une sorte de contrat d'éducation, analogue au contrat d'apprentissage.

Une discussion s'engage entre MM. Bertillon fils, Klipell, Alglave, Renard et Rozy, moins sur le fond de la question, qui ne paraît guère soulever de divergences, que sur la durée du délai à adopter pour la limitation de la puissance paternelle à courir du jour où a commencé l'abandon de l'exercice des droits qu'elle comporte. La presque unanimité des orateurs s'est ralliée à un délai d'un an.

M. *Yves Guyot* aborde la question de la suppression des octrois. Il fait précéder sa discussion d'un exposé de principes. En économie politique, on démontre, dit-il, l'injustice des impôts indirects et la nécessité de les remplacer par des impôts directs.

M. Guyot s'est préoccupé de rechercher comment on pourrait arriver à la mise en pratique de cette théorie, à commencer par la ville de Paris. Si le problème est résolu pour Paris, il le sera, à plus forte raison, pour les autres localités à octroi qui existent en France. Il a, à ce propos, dressé une statistique de la valeur foncière totale imposable de la ville de Paris. Il est arrivé à un chiffre de 10 milliards pour les années 1866 à 1869; mais ces chiffres peuvent être facilement majorés d'un tiers aujourd'hui, la valeur des constructions non comprise. Celles-ci reviennent à un prix moyen de 400 francs le mètre couvert. La valeur des constructions est donc égale à celle du sol. Cela fait un total de 26 milliards et, d'après M. de Foville, ces chiffres sont encore inférieurs aux vraies valeurs moyennes.

Or, si l'on supprime l'octroi, ce ne sont pas seulement les 136 millions inscrits de ce chef au budget qu'il faut remplacer, mais encore une somme d'environ 50 millions, dont la perception devient impossible pour l'État le jour où l'octroi est supprimé. C'est donc 180 millions de francs qu'il faut retrouver. M. Guyot propose qu'on tente l'expérience de supprimer, non la totalité de cette somme, mais seulement 40 millions, en imposant, non le revenu, mais la valeur foncière en capital, bâtie ou non bâtie. Sur 5 milliards, 2 pour 1000 donneraient 260 millions par an. M. Guyot, enun mot, croit qu'il faut procéder, en économie politique comme dans les autres sciences, par *voie expérimentale*.

M. *Georges Renaud* s'associe à l'exposé de principes fait par M. Yves Guyot. Cet exposé est d'accord avec les données les plus élémentaires de l'économie politique. Lui aussi est partisan de la suppression des octrois. Il la croit facile dans les départements. La seule difficulté vient de Paris, à cause du chiffre énorme de 136 millions qu'il s'agit de retrouver d'une autre façon. Une proposition, a dit M. Guyot, a été soumise à la Chambre des députés à l'effet d'autoriser les villes à faire l'expérience de la transformation de l'octroi en un impôt sur le capital. M. Renaud, comme secrétaire adjoint de la commission parlementaire chargée de l'enquête sur le régime des boissons, répond que cette proposition est soumise à l'examen de la sous-commission des octrois; mais il doute fort qu'elle soit adoptée par la Chambre, et la raison en est fort simple. L'État ne peut abandonner aux villes la faculté de tarir, par des expériences plus ou moins malencontreuses, les sources de revenu qui sont, en définitive, les mêmes pour le budget de l'État que pour les budgets des communes.

En outre, on ne fait pas des expériences sur une ville de deux millions d'âmes.

Si vous supprimez l'octroi, que l'expérience commencée ne réussisse pas, comme c'est probable, comment pourra-t-on arriver à le rétablir sans causer des perturbations économiques considérables? On ne peut admettre que l'État permette à la capitale du pays de modifier ainsi d'une façon incessante les conditions de la production et du travail.

Ce n'est pas le tout de supprimer l'octroi, il faut parer aux nécessités budgétaires des villes. Les représentants élus ne sont nullement d'avis de réduire les ressources dont elles disposent. Il n'y a qu'un moyen d'arriver à supprimer l'octroi, c'est de procéder à de larges économies. Il y a toute une politique nouvelle à adopter. A Paris, l'octroi donne des excédents sur les prévisions. Commencez par dégrever d'autant l'impôt.

Quant à l'expérience portant sur 40 millions d'octroi seu-

lement et les transformant en un impôt sur le capital foncier, elle aurait l'effet le plus déplorable. Il se pourrait que le dégrèvement ne se fît que peu sentir et seulement d'une façon inégale, tandis que l'on se récrierait vivement contre l'établissement d'un impôt nouveau, et surtout d'un impôt direct. Il pourrait arriver que les uns ne fussent pas atteints, ou fort peu, par la réduction de l'octroi et qu'ils fussent cependant frappés par le nouvel impôt dans une notable proportion. Est-il possible d'espérer qu'une semblable expérience puisse jamais réussir?

Enfin, par l'impôt sur le capital, on s'expose à ce que le taux de l'impôt dépasse, à un moment donné, le chiffre du revenu, sans qu'on s'en aperçoive. Car, aujourd'hui, on mettrait 2 pour 1000. Mais on voudra un jour supprimer d'autres impôts; alors on arrivera à 3, à 4, à 5. A quelle limite commencerait le danger d'absorber la totalité du revenu par l'impôt? Dans ce système, le législateur n'a aucun moyen de le savoir. Non, en économie politique, on ne procède point par voie expérimentale, sauf dans les cas extrêmes, comme en 1870 et en 1871. On n'expérimente point sur les hommes pour le plaisir d'expérimenter. Dans la science économique, on procède, en temps normal, par voie d'analyse et par voie d'observation.

M. *Yves Guyot* s'étonne de la réponse de M. Renaud. Mais, dit-il, les gouvernements ne font qu'expérimenter d'une manière incessante. Il en appelle avec confiance aux élections et au suffrage universel. On verra comment il se prononcera sur la question.

M. *Alglave* fait observer que, dans les élections, on ne vote pas sur une question, sur une idée simple, mais pour des candidats ayant des programmes complexes. Chacun vote pour ceux dont l'opinion se rapproche le plus de la sienne, sans, pour cela, adopter son programme. Les élections n'ont donc rien à voir dans cette circonstance.

M. *Guyot* défend ensuite les droits de la ville de Paris et la nécessité de lui laisser sa liberté en matière d'impôts, de finances et de budget. C'est la théorie de l'État-Providence que M. Renaud a soutenue. Cette théorie a fait son temps.

M. *Garnier* fait une communication sur l'Union foncière, qui construit des habitations ouvrières pour les sociétaires. Ceux-ci deviennent propriétaires en versant des annuités de 350 à 450 francs, suivant les immeubles. De plus, une caisse de secours est créée pour venir en aide aux membres qui ne peuvent continuer le versement de leur annuité.

Il est ensuite donné lecture d'un mémoire de M. *Norbert Vuy* sur la nécessité de développer l'esprit d'association parmi les hommes voués aux arts libéraux.

M. *Alglave* expose le système qu'il a mis en avant à l'occasion de la réforme demandée des droits sur les boissons. Cette réforme ne peut point s'aborder d'une manière isolée. Elle s'enchevêtre dans l'ensemble de la politique financière. Il est donc amené à passer en revue les divers éléments constitutifs des recettes du budget. Mais il s'occupe principalement de l'impôt foncier et des impôts indirects. A propos de l'impôt foncier, il a émis l'avis de supprimer les 120 millions du principal de l'impôt foncier et de les remplacer par un impôt de 3 pour 100 sur les fermages, qui produirait 60 millions. Quant aux contributions indirectes, le produit en est de 1 081 880 000 francs.

Il voudrait supprimer tous les impôts indirects, celui des allumettes excepté, car ce serait une duperie de l'abandonner. Il les remplacerait par un impôt unique, reposant exclusivement sur l'alcool. Tous les droits des vins sont supprimés; mais la suppression des droits des vins actuellement existants entraîne nécessairement la suppression de l'impôt sur l'alcool, tel qu'il est assis actuellement. La suppression de l'exercice des vins rend inévitable la perte de la recette de l'alcool. Oui; mais voici ce que M. Alglave a imaginé. Il laisse subsister la liberté de fabrication de l'alcool, seulement personne ne pourra vendre son alcool à d'autres qu'à l'État. Celui-ci aurait le monopole de la vente, et, pour prévenir la fraude, il ferait fabriquer des bouteilles spéciales, portant le cachet de l'État. Chaque débitant ne pourrait vendre l'alcool que dans ces bouteilles, et les consommateurs auraient intérêt à dénoncer les fraudes. L'alcool supporte aujourd'hui 156 francs d'impôt par chaque hectolitre, dont la valeur commerciale est d'environ 50 à 60 francs. M. Alglave l'assujettirait à une taxe de 250 francs, à laquelle il ne trouve rien d'excessif, car, en Angleterre, le droit atteint 475 francs par hectolitre, et, aux États-Unis, 275 francs environ.

M. *Georges Renaud* est d'accord avec M. Alglave sur les principes qu'il a exposés au début de sa communication. Mais il s'en sépare quand il arrive aux déductions à en tirer. M. Alglave veut supprimer l'impôt foncier en principal. Ce serait une duperie. Quand l'impôt foncier est de date ancienne, il est reconnu par les économistes qu'il se transforme pour l'État en une sorte de copropriété, à laquelle les propriétaires fonciers actuels n'ont aucun droit, attendu que, quand la terre a changé de mains, elle a été achetée, déduction faite de la part de capital qui donnerait un revenu égal au montant de l'impôt foncier. M. Renaud cite, à ce propos, l'autorité et les travaux de M. Hippolyte Passy, ancien ministre des finances, dont il s'honore d'être l'élève. Le fermier le paye, dit-on? Oui; mais son fermage s'en trouve réduit d'autant. Quant à l'impôt sur les fermages, il est absolument inapplicable, attendu que le fermage n'est que l'exception en France. Le petit propriétaire cultivant lui-même est le mode d'exploitation le plus répandu.

Reviser le cadastre est une grosse affaire, mais qui ne servirait à quelque chose, qu'autant que ce que la justice exigera de moins des uns sur ce qu'ils payent *actuellement* sera au moins compensé par ce que les autres payeront en plus. Mais les départements menacés d'augmentation se coaliseront. Le hasard seul fera une majorité dans un sens ou dans l'autre. L'état des choses sera tel, qu'il ne permettra guère à l'État de se couvrir des frais du cadastre, qui monterait à 280 millions de francs environ.

Oui, la politique financière, conforme aux principes économiques, veut qu'on ait recours aux impôts directs plutôt qu'aux impôts indirects. C'est l'avis des gens d'ordre, qui trouvent mauvais et dangereux que les gouvernements aient à leur disposition des sources de revenus, faciles à augmenter sans que le contribuable sente par trop, en apparence, le poids de l'augmentation. C'est un encouragement fâcheux à la dépense et à la dissipation.

Mais c'est un mauvais système que de remplacer des impôts indirects multiples par un impôt indirect unique. L'unité de l'impôt est une erreur. Comme il est absolument impossible aux hommes d'asseoir un impôt, quel qu'il soit, avec une exacte équité, l'impôt unique ne fait qu'aggraver les inégalités, parce que le taux pour cent, pour chaque individu, en est plus élevé. La multiplicité des impôts permet de répartir cette même inégalité sur des bases multiples, et, par conséquent, l'injustice, puisque l'injustice ne saurait être évitée, se trouve divisée entre un plus grand nombre; elle est en même temps moindre pour chacun. Tout le monde trouve les impôts des boissons mal établis; on condamne l'exercice, mais il faut sauvegarder les intérêts du Trésor.

Le principe de la réforme de M. Alglave est donc faux. Cependant, il faut bien le reconnaître, il y a quelque chose de séduisant dans son système. Il permettrait de supprimer d'un coup une foule de mauvais impôts, en frappant une seule source de revenu, une matière imposable moins intéressante que beaucoup d'autres, et M. Renaud n'excepte pas les allu-

mettes, impôt, à son avis, déplorable. Mais il serait à craindre que cela n'encourageât les falsifications de l'alcool, qui seraient un véritable danger pour la santé publique.

Malheureusement, le système de M. Alglave est inapplicable. Il a pris toutes précautions, croit-il, pour éviter la fraude. On ne voit pas comment il empêchera les débitants de remplir plusieurs fois les mêmes bouteilles, à l'insu des agents du fisc. Ensuite, voit-on les employés de l'État ayant, sur toute la surface du territoire, à transporter de l'alcool, à le conserver? Il faudra de grands magasins. A combien s'élèveront les frais de perception et les déchets? C'est ce que l'on ne saurait prévoir, non plus que les diverses formes nouvelles que prendra la fraude, si ingénieuse et d'autant plus active, que ses bénéfices seront rendus encore plus grands par une élévation de l'impôt des 2/5. Ce serait encore pis que l'exercice actuellement existant.

M. *Alglave* répond que, dans son système, la fraude est impossible parce que toute fraude serait immédiatement découverte, attendu que les consommateurs auraient intérêt à la dénoncer. Quant à l'accusation de ne vouloir qu'un impôt unique, il la réfute en ce sens qu'il ne veut supprimer que les impôts indirects et qu'il ne touche pas aux autres.

M. *Pécou*, négociant en vins, combat le système de M. Alglave. « Il se créera, dit-il, tout autour de la frontière une série de fabriques de bouteilles, contrefaçon des bouteilles de l'État. La fraude va devenir plus active que jamais. Si vous gênez trop le commerce par des formalités excessives, des pertes de temps considérables, que vous réduisiez son bénéfice à 10 pour 100, comme le voudrait M. Alglave, il pourra très bien arriver qu'il ne se vende plus que de l'alcool de fraude. Cela se voit fréquemment. On supprimera l'exercice actuel pour y substituer un autre mode d'exercice non moins lourd, non moins gênant, non moins vexatoire. Et de quel droit l'État voudrait-il supprimer les bénéfices que font actuellement les débitants de vins, si ces bénéfices sont acquis honorablement et légalement? »

M. *Rozy* termine la discussion en montrant que, si l'on condamne l'état actuel des choses, ce que l'on propose pour le remplacer serait encore pire.

M. *C. Poulain* présente à la section des tableaux résumant le commerce des laines et des grains de 1789 jusqu'à nos jours. En ce qui concerne le blé, il montre que, postérieurement à la suppression de l'échelle mobile, les prix extrêmes se sont rapprochés, et qu'au lieu de varier entre 10 fr. 25 et 48 fr. 80, ils ne varient plus qu'entre 13 fr. 25 et 36 fr. 50. De 1821 à 1846, le prix moyen de l'hectolitre de blé a été de 18 fr. 16; de 1847 à 1859, de 21 fr. 24; depuis 1860, de 22 fr. 26. Les traités de commerce n'ont donc pas été désavantageux pour la culture.

En ce qui concerne les laines, il a rapproché les importations de laines des exportations de tissus. Il a ainsi établi ce qui suit :

	Exportations de tissus.	Importations de laine.	Prix de la laine de France (lavée à fond)
	—	—	—
En 1854. .	132 millions de fr.	46 millions de fr.	7f 75
1860. .	229 —	150 —	10 14
1861. .	188 —	135 —	7 85

Il a établi ainsi que la seule action qui se fasse sentir sur les importations de laine est celle de la production des tissus d'exportation, et que les variations du prix de la laine de France ne résultent pas de la concurrence étrangère, mais bien des oscillations de la demande de cette matière première dans les centres de fabrication. C'est qu'en effet ces deux espèces de laines ont des qualités différentes et ne peuvent le plus souvent se remplacer l'une l'autre.

M. *Charles Grad* a donné, dans un mémoire intéressant, des détails sur les caisses de retraite pour les ouvriers invalides, qui existent dans nos anciens départements d'Alsace. Ces caisses sont indépendantes des caisses de prévoyance. Toutes ces caisses ne fonctionnent qu'à la condition d'être largement subventionnées par les patrons, les ouvriers étant rebelles à l'épargne.

M. *Rozy* aborde ensuite la question des grèves, toute d'actualité pour la ville de Reims. Il montre que, si la grève est une arme qu'on doit permettre aux ouvriers d'utiliser, il n'est pas toujours sage de s'en servir. Le moyen de les éviter consisterait, suivant l'orateur, à recourir à l'arbitrage des prud'hommes et à constituer ce tribunal d'arbitres en faisant nommer les prud'hommes ouvriers par les patrons et réciproquement.

M. *Poulain* combat ce système qui lui paraît devoir être le plus mauvais entre tous. Les prud'hommes ouvriers ainsi élus n'auraient aucune autorité sur les ouvriers; il en serait de même pour les prud'hommes patrons vis-à-vis de leurs confrères. Il expose ensuite l'origine des grèves de Reims. Une maison avait besoin de rattacheurs, elle offrit un supplément de 25 centimes. Aussitôt tous les ouvriers rattacheurs de Reims se mirent en grève pour obtenir ce même supplément. Plus tard, des éléments étrangers se mêlèrent à eux et vinrent attiser le feu.

M. *Diancourt*, maire de Reims, député, signale ce fait original, que plusieurs ateliers ont fait grève, sans qu'il s'y fût produit aucune réclamation. Les ouvriers, convoqués à la mairie, demandèrent la réduction des heures de travail de douze à dix, la suppression des *primes* données aux ouvriers habiles, sorte de participation aux bénéfices.

M. *Alglave* croit qu'avant tout, il faut laisser subsister la pleine liberté d'association pour les ouvriers, parce qu'elle fera arriver à leur tête des hommes instruits, intelligents.

M. *le Préfet* croit qu'il faut distinguer les *grèves professionnelles* et les *grèves politiques*. Les premières peuvent être laissées absolument libres, mais non les secondes. Il n'est pas ennemi des *commissions arbitrales*, mais il voudrait que les membres en fussent nommés, par une sorte d'électorat régulier, en temps calme et normal, à l'avance et non au moment de la grève, afin d'assurer le choix d'esprits conciliants. Ce sont là des distinctions bien subtiles, qui prêteraient bien à l'arbitraire dans la pratique et qui cachent bien des illusions.

M. *le Préfet de la Marne* ajoute quelques renseignements utiles à ceux qu'ont donnés M. *Diancourt* et M. *Poulain*. On demandait la réduction de la journée de travail, de douze heures à dix heures; on prétendait aussi obtenir le changement des heures de repas, afin de pouvoir, à midi, prendre le repas en famille avec les enfants. Quand on voulut arriver à mettre ce désir en pratique, les ouvriers furent les premiers à demander le maintien des anciennes heures de repas. Le seul résultat de la grève fut de déterminer la hausse du salaire de 25 centimes pour les rattacheurs, et de réduire la journée de travail d'une demi-heure. On demandait aussi la suppression du *travail à la prime*, parce que, disait-on, certaines maisons emploieraient des matières premières assez défectueuses pour rendre le gain de la prime impossible. Ce point ne fut pas concédé, car la prime est un puissant stimulant pour les ouvriers, et on ne saurait les payer également, qu'ils fassent peu ou beaucoup de travail indifféremment.

Le 19 août 1880, la section élit M. Alglave président de la section pour la session de 1881, à la presque unanimité des voix. Il est en même temps maintenu comme délégué pour trois nouvelles années. Enfin M. Passy est nommé membre de la commission des subventions pour l'année suivante.

M. *Esteulle* fait une communication sur les habitations

ouvrières. Une discussion s'engage à ce propos, dans laquelle M. *Trélat,* directeur de l'École d'architecture, insiste sur la nécessité de rendre aussi souvent que possible l'ouvrier propriétaire. On ne peut construire une de ces habitations saines à moins de 6000 francs. Il voudrait multiplier les maisons à rez-de-chaussée, simplement pour réduire le montant du capital engagé et pour rendre la propriété accessible à un plus grand nombre.

M. *Renaud* fait observer que les rez-de-chaussée sont sujets à bien des cas d'insalubrité. Dans le quartier des Bassins, à Paris, les médecins affirment que la très grande majorité des cas de croup et d'angine couenneuse se développent dans les rez-de-chaussée.

M. *Trélat* répond que cela est vrai pour le quartier des Bassins. Mais il faut tenir compte de la nature du sol. Sur un sol sec comme celui de la Champagne, et en construisant sur caves, on n'a pas à craindre des inconvénients de ce genre.

M. *Georges Renaud* commence l'examen de la question du rachat des chemins de fer. Dans tous les congrès précédents, la section a discuté le problème du meilleur régime d'exploitation à adopter pour les chemins de fer. Autrefois, le danger était du côté du monopole des grandes compagnies; aujourd'hui, la question a changé de face. Le danger est du côté de l'État, qui menace de racheter les compagnies et d'exploiter lui-même les voies ferrées. Sans doute, les compagnies n'ont pas répondu aux besoins actuels du pays. Elles ont surtout montré une absence trop fréquente de sens commercial. Le trafic n'est pas une quantité déterminée, actuellement existante, qu'il s'agit de se partager. On le crée; on le fait naître. Mais il en est des compagnies ferrées comme de la compagnie des Omnibus de Paris. Celle-ci n'apprécie que les départs complets, et elle ne tient qu'un compte secondaire d'un élément de trafic sérieux, plus considérable qu'on ne le pense; ce sont les voyageurs de petits parcours, voyageurs qui n'existent qu'autant que les départs sont multipliés et les parcours rapides. Les compagnies n'apprécient que les transports à tarif plein. Que de fois elles auraient intérêt à accepter des tarifs réduits, car il vaut mieux transporter beaucoup que peu, ne fût-ce que pour créer et pour maintenir le courant commercial ! Il en est de même pour la marine marchande française, qui manque à gagner tout ce dont profitent les marines étrangères.

L'administration des travaux publics, depuis trente ou quarante ans, a toujours négligé ses devoirs de contrôle et de pression vis-à-vis des compagnies. Elle ne s'est pas servie des armes qu'elle avait entre les mains. Elle est livrée à des ingénieurs sortis des mêmes écoles que les ingénieurs qui administrent les compagnies. Entre camarades, on ne se dévore pas. Le contrôle a donc fait absolument défaut en matière de chemins de fer en France.

La magistrature s'est également méprise sur le rôle qui lui incombe vis-à-vis des compagnies. Elle a horreur des dommages-intérêts. Elle ne veut point qu'on spécule sur la perte d'une marchandise ou sur un accident, et elle n'accorde jamais que des dommages-intérêts dérisoires. En présence de compagnies aussi puissantes que celles qui existent naturellement, il n'y a, au contraire, que des dommages-intérêts considérables qui puissent exercer une action assez sensible sur elles pour les obliger à être vigilantes. Un accident, comme celui de Clichy, par exemple, coûterait en Angleterre aux compagnies plusieurs millions. Ce serait là une perte assez notable pour les tenir sérieusement en éveil.

Que serait-ce si l'État devenait maître de l'exploitation? Nous connaissons trop bien l'administration française pour n'avoir qu'une confiance très circonspecte et très réservée dans sa vigilance et dans son esprit d'initiative. Et elle n'est, dans sa manière de faire, que le reflet de l'esprit français. On a horreur, dans notre pays, de la sévérité, de la rigueur dans l'accomplissement du devoir, dans l'application de la loi et dans l'exécution des règlements. Les fonctionnaires de l'État créeront de la paperasserie et ne seront pas plus vigilants que ceux des compagnies.

M. Renaud montre que, dans tous les pays qui ont substitué l'exploitation par l'État à l'exploitation par les compagnies, le taux des frais d'exploitation s'est accru sensiblement. En France, les frais d'exploitation de toutes les compagnies, le Lyon excepté, sont moins élevés que ceux des chemins de fer de l'État. Pour le Lyon, l'exception peut s'expliquer par le fait de l'addition à son réseau d'un grand nombre de nouvelles lignes, se trouvant dans des conditions d'exploitation extrêmement difficiles.

Quant à supprimer les tarifs différentiels, cela n'aurait pas de sens, surtout dans un pays présentant l'épaisseur continentale de la France, où il faut, pour transporter les matières premières sur le lieu de mise en œuvre, leur faire parcourir le plus souvent des espaces immenses. En favorisant les uns, on nuira toujours aux autres. On ne voit pas quel criterium guiderait l'État pour qu'il établisse une distinction reposant sur la justice et sur l'égalité.

On a encore actuellement quelque recours contre les compagnies devant les tribunaux. Quand on sera en présence de l'État, combien de tribunaux se déclareront incompétents, en vertu du décret de fructidor? On devra donc recourir à la justice administrative. Ce serait une plaisanterie.

Enfin, il y aurait danger public à doter l'État de trois à quatre cent mille fonctionnaires nouveaux, dont le recrutement serait soumis, ici comme partout, aux influences du népotisme et aux nécessités électorales.

Que faire donc? Accroître les recettes en multipliant le trafic par des prix intelligemment réduits, surtout quand il s'agit de faire concurrence à l'étranger; multiplier les départs, améliorer le matériel, voilà pour les voyageurs. *Réduire* les tarifs, voilà pour les voyageurs comme pour les marchandises. A cet effet, il faut laisser subsister une certaine concurrence entre les compagnies, ne plus donner d'accroissement aux anciennes, créer de nouveaux réseaux, non *régionaux,* mais *longitudinaux,* aboutissant à Paris et à la mer à la fois; dédoubler l'Orléans, le Lyon, l'Est, le Nord, l'Ouest, au moyen du rachat partiel, successivement, et créer, à côté des anciennes, autant de compagnies nouvelles. Il surgirait ainsi une certaine concurrence qui ne pourrait manquer de produire un bien sensible.

Il faudrait exiger de ces nouvelles compagnies des tarifs réduits.

Pour cela, l'État, profitant de ses excédents, pourrait renoncer, en dehors des deux décimes de la grande vitesse, aux charges qu'il impose aux compagnies et qui dépassent plus de 120 à 130 millions de francs. Il est entendu que c'est une nécessité de vie nationale que les tarifs des transports soient aussi réduits que possible. Qu'il négocie donc avec les compagnies, en abandonnant ces charges-là en retour d'un abaissement de tarifs ! La moyenne des tarifs français est de 6 centimes 1/4. Cet abandon de 120 millions peut amener un abaissement de cette moyenne à 5 ou à 4 1/2. Il n'y aurait rien qui pût influer d'une façon plus efficace sur le bien-être général du pays.

M. *Diancourt,* député, maire de Reims, appuie les conclusions de M. Georges Renaud. Il croit que l'exploitation des chemins de fer par l'État serait un désastre pour le pays. Toutefois, il ne pense pas que la concurrence s'établirait nécessairement. La concurrence, par exemple, n'a pas profité à Reims. Les compagnies se sont entendues pour ne pas se nuire, et il en est résulté la suppression d'un des express qui desservaient Reims par l'Est et par le Nord.

M. *Renaud* ne prétend pas que la concurrence s'exerce tou-

jours d'une façon efficace et générale; mais il pense que, plus on multipliera les compagnies, plus on aura de chances d'en voir surgir une ayant plus d'initiative, plus de sens pratique que les autres; plus aussi augmenteront les occasions de se faire concurrence, soit d'une manière générale, soit seulement d'une manière circonscrite et locale. M. Sauvage, homme d'une expérience consommée en matière de chemin de fer, n'admettait pas qu'une même compagnie pût administrer plus de 2000 kilomètres.

M. *Rozy* rappelle enfin que presque toutes les Chambres de commerce françaises sont arrivées aux mêmes conclusions que M. Renaud, et notamment celles de Lyon et de Toulouse.

PHYSIQUE

Sur quelques phénomènes électrocapillaires.

M. *Debrun* nous écrit pour nous demander d'ajouter quelques explications au compte rendu que nous avons donné de sa communication récente au congrès de l'Association française, à Reims (1); quelques réserves que nous avons cru devoir faire lui paraissent insuffisamment motivées. Nous accédons volontiers à son désir.

La réclamation de M. Debrun porte sur trois points.

1° M. Debrun a présenté, on se le rappelle, un petit électromètre capillaire d'une construction simplifiée et permettant d'apprécier le 1/300 d'un Daniell. L'instrument primitif, tel qu'il a été imaginé par M. Lippmann (2), permet d'apprécier le 1/10 000 de Daniell. Nous croyons volontiers, avec M. Debrun, qu'un petit instrument donnant le 1/300 peut rendre de nombreux services aux physiciens. Mais nous cessons d'être de l'avis de l'auteur lorsqu'il pense qu'il n'y a pas lieu de pousser la précision plus loin, attendu que le volt n'est construit actuellement qu'avec une erreur d'environ 1/300. Un exemple suffira pour fixer les idées sur ce point. Supposons que l'on ait à mesurer une petite force électromotrice d'environ 1/300 de Daniell. On mesurera très aisément cette force électromotrice à l'aide de l'instrument primitif, tandis qu'on pourra ne pas même l'apercevoir si on se sert de l'instrument simplifié. Ce n'est pas tout; la faible capacité électrique d'un électromètre et la rapidité de ces déviations sont des qualités nécessaires dans certaines recherches. Or l'instrument primitif de M. Lippmann, comparé à l'instrument réduit de M. Debrun, l'emporte également à ces points de vue d'une façon plus que marquée, ainsi qu'on peut le voir par les nombres suivants : il a une capacité électrique *neuf cents* fois plus petite, une précision *trente* fois plus grande, et il donne des indications *neuf cents* fois plus rapides.

2° M. Debrun a représenté la graduation empirique de son instrument par une courbe qu'il pense être une branche d'hyperbole. Nous croyons, pour notre part, que ce n'est pas une hyperbole, et voici pour quelles raisons. La sous-normale de cette courbe a une signification physique, ainsi que l'a montré M. Lippmann en 1875; c'est la capacité de polarisation du mercure; et, d'autre part, d'après d'anciennes déterminations expérimentales de M. Kohlrausch, cette quantité est constante entre des limites étendues. La courbe en question a donc une sous-normale constante : c'est donc une *parabole*.

On sait qu'il y a deux phénomènes électrocapillaires inverses l'un de l'autre. D'une part, on peut, au moyen de l'électricité, produire des mouvements du mercure; d'autre part, on peut, au moyen des mouvements du mercure, produire de l'électricité. M. Debrun explique le premier phénomène par une électrolyse, le second par un changement de concentration.

Nous avons dit que cette théorie nous paraissait peu satisfaisante; puisque l'auteur le désire, nous expliquerons notre critique. Admettre ainsi que les deux phénomènes tiennent à deux causes distinctes et indépendantes l'une de l'autre, c'est admettre que les phénomènes eux-mêmes sont indépendants l'un de l'autre et qu'on peut au besoin les produire séparément. Or cette séparation aurait pour conséquence certaine une impossibilité physique, le mouvement perpétuel. En d'autres termes, les deux phénomènes sont indissolublement liés l'un à l'autre par l'impossibilité du mouvement perpétuel, comme, en mécanique, l'action et la réaction; comme, en chaleur, la dilatation produite par élévation de température et le froid produit par la détente; comme, en électricité, l'électromagnétisme et l'induction, etc. Si l'on considère l'un seulement des deux phénomènes et que l'on exprime analytiquement qu'il satisfait au principe de la conservation de l'énergie, on trouve au bout de sa plume précisément l'autre phénomène. Donc, quelle que soit d'ailleurs la valeur des deux explications présentées à la fois par M. Debrun, c'est trop de l'une des deux, il faut que l'hypothèse que l'on conserverait présente les deux phénomènes inverses comme les faces opposées d'un même fait physique.

3° On sait que, si l'on fait passer un courant électrique horizontalement à travers un vase rempli d'eau pure ou acidulée, un globule de mercure placé sur le fond du vase se met à rouler dans le sens du courant. M. Debrun a montré que si le mercure contient du zinc, le sens du mouvement est renversé.

La loi du phénomène est la même dans les deux cas, c'est-à-dire que, suivant que le mercure est pur ou chargé de zinc, la loi élémentaire du phénomène est représentée par la branche ascendante ou par la branche descendante d'une même parabole (1), à savoir de celle dont il a été parlé plus haut.

(1) Voir le numéro de la *Revue* du 18 septembre 1880, p. 274.

(2) Voy. *Comptes rendus*, 1873; *Ann. chim. et phys.*, 1875; *Revue scientifique*, 1876, p. 112.

(1) Voy. *Ann. chim. et phys.*, 1875 et 1877.

BULLETIN DES SOCIÉTÉS SAVANTES

Académie des sciences de Paris

SÉANCE DU 18 OCTOBRE 1880.

M. *Faye* présente à l'Académie le volume de la connaissance des temps pour 1882. Les principales améliorations de ce volume peuvent se résumer ainsi : 1° les instants de toutes les phases du passage de Vénus en 1882 s'y trouveront réunis en table pour tous les points du globe où ce phénomène sera visible; 2° une autre table, également nouvelle, permettra aux marins, aux géodésiens, aux voyageurs et aux topographes de déterminer avec exactitude, par un simple relevé de la polaire, l'origine des mesures azimutales, c'est-à-dire la direction du méridien; 3° enfin il restait à satisfaire à un dernier *desideratum*. On connaît le rôle que jouent les éphémérides de la lune dans la navigation et la haute géographie. Les tables de Hansen, dont on se sert encore et qui représentent si bien les observations d'un siècle entier, de 1750 à 1850, sont en erreur, depuis vingt ans, de quantités qui se sont graduellement accrues jusqu'à 10″ ou 12″. Il peut en résulter, sur les longitudes conclues des observations à l'aide de nos éphémérides, des erreurs de 5′ à 6′. Le volume actuel contient les corrections empiriques qu'il faut appliquer aux éphémérides pour tenir compte, autant que faire se peut, de ces erreurs. Les tables actuelles n'étant pas fondées exclusivement sur la théorie, il n'est pas possible de procéder autrement.

L'achèvement des tables de la lune de Delaunay a été confié à M. Tisserand; dans un délai assez court, ces tables seront achevées, et alors un vœu de Laplace aura reçu enfin son entier accomplissement : les tables et les éphémérides de la lune seront exclusivement basées sur la théorie de l'attraction universelle.

M. Faye ajoute qu'à cette époque toute l'astronomie de position sera basée sur les travaux de deux membres de l'Académie et du Bureau des longitudes : M. Le Verrier pour les planètes de notre système, M. Delaunay pour la lune. C'est là, c'est dans ce double et colossal effort que se trouve la principale contribution de la science française à l'astronomie du XIX° siècle.

— M. *E. Mouchez* annonce qu'une mission scientifique, sous la direction de MM. Green et Davis, officiers de la marine des États-Unis, vient de terminer un important travail géographique entrepris en 1878 : à l'aide du câble transatlantique qui depuis quelques années relie l'Europe au continent sud américain, elle a fixé d'une manière définitive la longitude de ce continent.

L'absence d'astronomes et d'observatoires dans l'Amérique du Sud et le grand éloignement de cette contrée pour le transport du temps par les navires à voiles avaient rendu longtemps difficile la détermination de cette longitude, et permis de proposer les résultats les plus différents, n'ayant guère d'autre valeur que celle qu'ils tenaient de la compétence supposée des observateurs. Il est intéressant aujourd'hui de constater les approximations.

Le résumé de cette vérification de la longitude absolue du Brésil et des longitudes relatives de tous les points de la côte, en confirmant l'exactitude complète des anciens travaux de M. Mouchez, est une nouvelle preuve de ce qu'il a toujours dit en faveur des chronomètres, qui offrent, en l'absence du télégraphe, le procédé le plus sûr et le plus exact pour déterminer cet important élément géographique, sans qu'il soit nécessaire d'en corriger les données autrement que par la méthode très simple et très efficace qu'il a toujours recommandée et qui lui a constamment donné les meilleurs résultats.

— M. *Boussingault* a fait l'étude des matières sucrées contenues dans le fruit du caféier. Il ajoute que, pour faire fermenter le fruit du caféier, il faudrait recourir aux procédés suivis dans la préparation du kirschenwasser et du quetchenwasser : opérer en vase clos et soumettre à la distillation dans un espace de temps fort limité la totalité de la masse fermentée, graines comprises. Or il est douteux qu'après une coction dans l'alambic les graines de café ne perdent pas de leur qualité. Il convient, d'ailleurs, de remarquer qu'en présence de la culture de la canne, ce grand producteur de sucre et par conséquent d'alcool, il n'y a réellement aucune raison pour distiller le fruit du caféier, ne donnant qu'une eau-de-vie sans ces parfums qui font coter si haut au-dessus du prix de l'alcool ordinaire les alcools de merises, de mirabelles, de quetchen. Au reste, il n'est pas exact d'affirmer qu'on n'ait pas tenté d'obtenir un liquide alcoolique du fruit du caféier. On lit, en effet, dans les *Mémoires de l'Académie des inscriptions,* « que les habitants de l'Arabie prennent la peau qui enveloppe la graine et la préparent comme le raisin; ils en font une boisson pour se rafraîchir pendant l'été. Cette liqueur vineuse semble posséder toutes les propriétés excitantes que l'on apprécie dans le café ».

Dans cette préparation, on fait fermenter la pulpe après en avoir extrait la graine, qui ne saurait, par conséquent, subir aucune altération; quant au vin de café, il est naturel qu'il ait, à un certain degré, la faculté excitante de l'infusion, puisque la cerise cède, comme on l'a vu, de la caféine à l'alcool, et que des principes fixes de la pulpe restent dans le liquide après la fermentation, qui ne détruit que les matières sucrées.

— M. *A. Trécul* donne la suite de ses recherches sur l'ordre d'apparition des premiers vaisseaux dans l'inflorescence du *Mibora verna*. Après avoir parlé de l'apparition des premiers vaisseaux des faisceaux primaires du rachis, il ajoute qu'il naît postérieurement, dans la partie inférieure de ce rachis, un troisième faisceau vasculaire, et assez souvent un quatrième, à une époque non déterminée, comme il l'a fait pour les faisceaux latéraux ou secondaires du rachis du *Lepturus subulatus,* etc. Le troisième faisceau du rachis du *Mibora verna* occupe souvent les deux entre-nœuds inférieurs; alors il finit par en haut dans l'insertion du troisième épillet (à compter d'en bas). Assez fréquemment il n'existe que ces trois faisceaux dans la région inférieure du rachis (sans compter, bien entendu, les faisceaux d'insertion des épillets); mais assez souvent aussi on en trouve un quatrième, qui n'a été rencontré que dans l'entre-nœud le plus bas placé, c'est-à-dire entre les deux épillets inférieurs. Ce faisceau a paru finir d'ordinaire dans l'insertion du deuxième épillet d'en bas. Ces quatre faisceaux sont prolongés dans toute la longueur du pédoncule. Il y en a deux un peu plus gros, opposés l'un à l'autre, et deux plus petits, alternés avec les gros. Une seule fois l'auteur a trouvé un cinquième petit faisceau dans le pédoncule. Quand il n'y a que trois faisceaux dans l'entre-nœud inférieur du rachis, le quatrième faisceau du pédoncule se termine à la base de l'épillet inséré le plus bas.

— M. *A. Chauveau* a constaté que le mouton, toujours très-

apte à contracter le charbon, est le grand propagateur de cette maladie infectieuse. Les cas d'infection spontanée sont incomparablement moins fréquents dans l'espèce bovine, relativement au chiffre de la population animale. C'est au mouton qu'il faut imputer le plus grand nombre des cas de pustule maligne chez l'homme. Néanmoins, la fréquence du sang de rate sous forme épizootique dans l'espèce bovine est encore assez grande pour paraître un peu contradictoire avec la grande résistance des sujets de cette espèce à l'inoculation expérimentale.

Cette sorte de contradiction semble encore plus manifeste quand on observe ce qui se passe en Algérie. D'une enquête que l'auteur vient d'y faire avec l'aide de M. *Delamotte,* vétérinaire au 7ᵉ d'artillerie, il résulte que le sang de rate est, pour ainsi dire, inconnu sur le mouton dans les provinces de Constantine et d'Alger; mais la maladie se montre parfois sur les sujets de l'espèce ovine du côté d'Oran. Contrairement à ce qu'on observe en France, c'est sur les sujets de l'espèce bovine que les maladies charbonneuses se montrent le plus fréquemment et font le plus de victimes. Dans les tribus arabes, on constate assez communément les tumeurs extérieures qui constituent la maladie appelée *charbon symptomatique.* Les expériences faites à l'École vétérinaire de Lyon, par MM. Arloing et Cornevin, ont démontré que ces tumeurs sont dues à une forme bactérienne très différente de l'agent spécifique du sang de rate. Il faut donc éliminer cette maladie de l'enquête. Mais la vraie maladie bactéridienne, *sang de rate, fièvre charbonneuse*, existe aussi sur le bœuf avec toute sa gravité et se rencontre bien plus fréquemment que chez le mouton. On signale, en effet, le sang de rate de l'espèce bovine non seulement dans la province d'Oran, mais encore dans la province d'Alger.

Qu'est-ce qui favorise ainsi les effets de l'infection spontanée dans l'espèce bovine, si résistante à l'infection provoquée? Il faut nécessairement chercher la cause de la différence, soit dans le mode d'introduction du virus, soit dans des conditions qui modifieraient l'activité de l'agent infectieux et le rendraient plus apte à se développer dans l'organisme du bœuf. Les quelques expériences que M. Chauveau a faites en suivant cette direction l'autorisent à penser que l'explication ne saurait tarder à se laisser découvrir.

— M. *Antoine Breguet* lit une nouvelle note sur le photophone articulant de MM. Bell et Tainter.

« Dans les expériences, dit-il, auxquelles quelques personnes ont pu assister hier dans mes ateliers, nous avions dû avoir recours, en l'absence du soleil, à la lumière électrique, et la disposition donnée au photophone présentait une simplicité singulière. Un régulateur Serrin, actionné par une machine Gramme de petit modèle et muni de son réflecteur parabolique, projetait directement ses rayons sur le miroir transmetteur flexible. Celui-ci les réfléchissait à son tour directement sur le sélénium, à travers une distance de 15 mètres, longueur maxima de la salle dont nous disposions. La pile, dont le courant local traversait le sélénium et les téléphones, n'était composée que de six éléments Leclanché. Bien que la cinquantième partie de la lumière fût peut-être seulement utilisée, l'articulation se produisait dans les téléphones récepteurs d'une façon sinon parfaite, au moins tout à fait démonstratives.

« M. Bell, que personne ne se refusera jamais à croire sur parole, affirme que, lorsqu'il a pu se servir du soleil, la voix était transmise avec autant d'intensité qu'on peut en obtenir à l'aide des microphones les plus perfectionnés, tels que ceux du système Ader. »

— M. *L. Thollon* présente à l'Académie les dessins des protubérances qui, par leurs dimensions, leur éclat, leur structure, ont plus particulièrement attiré son attention.

De l'ensemble de ses études il résulte que des protubérances ayant 1′ de hauteur s'observent fréquemment avec son appareil. Il en a vu plusieurs dépassant 2′ et 3′ et une de 8′. Si l'on considère en outre que tout, dans le Soleil, se montre en projection et que nous ne voyons presque jamais les protubérances dans leurs vraies dimensions, il faut conclure que certaines d'entre elles peuvent atteindre presque aux limites de la couronne. Mais, si l'on constate dans leurs dimensions apparentes des différences énormes, leur éclat relatif présente des différences qui ne sont pas moindres. Tandis que les unes sont plus brillantes que le spectre du disque, d'autres se détachent à peine du fond comme une faible lueur, qui pourtant a des contours nettement définis et atteint généralement de très grandes dimensions. Quand on observe par un temps favorable, on remarque dans les protubérances des détails si nombreux et si variables, qu'une reproduction fidèle par le dessin est tout à fait impossible. La photographie seule pourrait donner à ces reproductions un caractère vraiment scientifique.

— M. *Lipschitz :* Principes d'un calcul algébrique qui contient, comme espèces particulières, le calcul des quantités imaginaires et des quaternions.

— M. *E. West :* Sur les équations algébriques.

— M. *C. Decharme* s'occupe maintenant de la position relative des nodales pour chaque système de pellicules circulaires de liquide saposaccharique.

La mesure des rayons, ou plutôt des diamètres des nodales centrales et celle des largeurs des zones consécutives ont été prises directement au compas, sur la pellicule même, et évaluées à une fraction de millimètre près. Le mémoire complet de l'auteur présente le tableau des résultats ainsi obtenus et donne en même temps les rayons des nodales de transition entre deux systèmes consécutifs. En prenant les différences entre ces rayons, on constate le fait, précédemment énoncé, que, pour un même système, ces intervalles augmentent en allant de la circonférence vers le centre, et qu'ils tendent vers l'égalité à mesure que le nombre des nodales devient plus grand.

— M. *Mayençon,* en électrolysant certaines solutions, particulièrement celles qui contiennent des fluorures, a obtenu sur le fil négatif de platine un dépôt métallique brun. Ce dépôt s'oxyde promptement et devient blanc jaunâtre. En plongeant le fil dans de l'eau froide, l'oxydation se fait lentement, sans qu'on voie se dégager aucune bulle d'hydrogène; en le plongeant dans de l'eau au-dessus de 90°, il se produit une effervescence rapide d'hydrogène. L'auteur a conclu de cette dernière expérience qu'il était en présence d'un métal de la deuxième section, très probablement le cérium.

Il a pu encore découvrir ce même corps en place dans les déblais de puits de mines, notamment au puits Devilaine, à Montrembert, et plus abondamment au nouveau puits Ferouillat, près de la Béraudière. Il se trouve surtout dans certains rognons lithoïdes de fer carbonaté; quelques-uns de ces rognons présentent au centre un noyau d'aspect particulier, noir, à cassure conchoïde, ou gris. Ces noyaux rayent le verre, mais n'étincellent pas au briquet. C'est là surtout que se trouve le cérium.

— M. *A. Gaudry* annonce que M. Roche vient de faire don au Muséum de Paris d'un nouveau genre de reptile très perfectionné, trouvé dans le terrain permien, et propose de l'appeler *Stereorachis dominans*.

— M. *H.-E. Sauvage* rappelle que M. Trémau de Rochebrune a recueilli dans l'étage carentonien, sables à *Ostrea columba* de la forêt de Basseau, dans la Charente, des vertèbres qui permettent d'affirmer la présence du type Serpent dès l'époque cénomanienne. Le serpent de la craie, le plus ancien, jusqu'à présent, des Ophidiens connus, présente des analogies trop multiples pour qu'il soit possible de le rapporter à l'une plutôt qu'à l'autre des grandes divisions que l'on admet pour les serpents actuels; il indique dès l'époque cénomanienne l'existence d'un genre tout particulier, que l'auteur propose de nommer *Simoliophis*.

CHRONIQUE

Faculté de médecine de Paris.

Les cours d'hiver auront lieu dans l'ordre suivant :

Physique médicale : M. Gavarret. — Physique biologique. — Des phénomènes physiques de la phonation et de l'audition. — Lundi, à cinq heures (petit amphithéâtre). — M. Gariel. — Physique générale. — Actions moléculaires. — Chaleur. — Électricité. — Lundi, mercredi, vendredi, à midi (petit amphithéâtre).

Pathologie médicale : M. Jaccoud. — Maladies des poumons et du cœur. — Mardi, jeudi, samedi, à trois heures.

Anatomie : M. Sappey. — Les appareils de la vie nutritive et les appareils de la génération. — Lundi, mercredi, vendredi, à cinq heures.

Pathologie et thérapeutique générales : M. Bouchard. — Étiologie et pathologie générales. — Contagion et infection. — Mardi, jeudi, samedi, à cinq heures.

Chimie médicale : M. Wurtz. — Chimie inorganique comprenant les applications à la médecine. — Mardi, jeudi, samedi, à midi.

Opérations et appareils : M. Léon Le Fort. — Opérations générales. — Thérapeutique des maladies des vaisseaux, des téguments et des os. — Amputations, résections. — Mardi, jeudi, samedi, à quatre heures.

Histologie : M. Robin. — L'anatomie générale. — Les principes immédiats et les éléments anatomiques. — Les humeurs normales et morbides du corps humain. — Mardi, jeudi, samedi, à cinq heures.

Histoire de la médecine et de la chirurgie : M. Laboulbène. — Histoire des maladies parasitaires. — Bibliographie médicale. — Mardi, jeudi, samedi, à quatre heures (petit amphithéâtre).

Cliniques médicales : M. G. Sée, à l'Hôtel-Dieu, tous les jours, de huit à dix heures du matin. — M. Lasègue, à la Pitié, tous les jours, de huit à dix heures du matin. — M. Hardy, à la Charité, tous les jours, de huit à dix heures du matin. — M. Potain, à Necker, tous les jours, de huit à dix heures du matin.

Clinique de pathologie mentale et des maladies de l'encéphale : M. Ball, à l'asile Sainte-Anne, tous les jours, de huit à dix heures du matin.

Clinique des maladies des enfants : M. Parrot, à l'hospice des Enfants-Assistés, tous les jours, de huit à dix heures du matin.

Clinique des maladies syphilitiques et cutanées : M. Fournier, à l'hôpital Saint-Louis, tous les jours, de huit à dix heures du matin.

Cliniques chirurgicales : M. Gosselin, à la Charité, tous les jours, de huit à dix heures du matin. — M. Richet, à l'Hôtel-Dieu, tous les jours, de huit à dix heures du matin. — M. Verneuil, à la Pitié, tous les jours, de huit à dix heures du matin. — M. Trélat, à Necker, tous les jours, de huit à dix heures du matin.

Clinique ophtalmologique : M. Panas, à l'Hôtel-Dieu, tous les jours, de huit à dix heures du matin.

Clinique d'accouchements : M. Depaul, à la Clinique de la Faculté, tous les jours, de huit à dix heures du matin.

Conférences de médecine légale pratique : M. Brouardel, à la Morgue, tous les mardis, à quatre heures.

Anatomie : Cours du chef des travaux anatomiques : M. Farabeuf. — Articulations, muscles, vaisseaux. — Mardi, jeudi, samedi, à trois heures et demie. (École pratique, rue Vauquelin.)

COURS AUXILIAIRES. — *Cours auxiliaire de chimie médicale :* M. Henninger, agrégé. — Biologie générale. — Phénomènes chimiques de la digestion. — Mercredi, à quatre heures (petit amphithéâtre).

Cours auxiliaire d'histoire naturelle médicale : M. de Lanessan, agrégé. — Zoologie médicale. — Mardi, jeudi, samedi, à deux heures (grand amphithéâtre).

Cours auxiliaire de pathologie interne : M. Berger, agrégé. — Maladies de l'abdomen, du rectum et des organes génitaux. — Mardi, jeudi, samedi, à cinq heures (petit amphithéâtre).

Cours auxiliaire de pathologie interne : M. Dieulafoy, agrégé. — Maladies du larynx, des bronches, de la plèvre et des vaisseaux. — Lundi, mercredi, vendredi, à cinq heures (petit amphithéâtre).

Cours auxiliaire d'accouchements : M. Pinard, agrégé. — Dystocie, — Chirurgie obstétricale. Manœuvres. — Mardi, jeudi, samedi, à trois heures (petit amphithéâtre).

Cours auxiliaire de physiologie : M. Ch. Richet, agrégé. — Physiologie des muscles et du système nerveux. — Lundi, mercredi, vendredi, à quatre heures (petit amphithéâtre).

Cours auxiliaire d'anatomie pathologique : M. Ollivier, agrégé. — Anatomie pathologique de l'appareil digestif. — Lundi, mercredi, vendredi, à trois heures (petit amphithéâtre).

TRAVAUX PRATIQUES. — *Anatomie :* M. Farabeuf, agrégé, directeur des travaux anatomiques. — Enseignement de l'ostéologie. — Dissection. — Démonstrations quotidiennes d'anatomie par les prosecteurs. — Tous les jours, études et dissections, de midi à quatre heures. — Démonstration dans chaque pavillon, d'une à quatre heures.

Physiologie : M. Laborde, chef des travaux. — Exercices pratiques et démonstrations de physiologie.

Histologie : M. Cadiat, agrégé, chef des travaux. — Exercices pratiques et démonstrations d'histologie.

Histoire naturelle : M. Faguet, chef des travaux. — Exercices pratiques d'histoire naturelle. — Lundi, jeudi (1re série); mardi, samedi (2e série), de neuf à onze heures.

Chimie médicale : M. Willm, chef des travaux. — Manipulations chimiques. Mardi, jeudi, d'une à trois heures; mercredi, vendredi, de huit à dix heures.

Physique médicale : M. Gay, agrégé, chef des travaux. — Exercices pratiques de physique. — Conférences de physique. — Mardi, jeudi, samedi, de quatre à six heures.

Anatomie pathologique : M. Gombault, chef des travaux. — Exercices pratiques et démonstrations d'anatomie pathologique.

SEMESTRE D'HIVER. — DIVISION DES ÉTUDES. — *Première année :* Chimie médicale, physique médicale, histoire naturelle.

Deuxième année : Anatomie, histologie, dissections.

Troisième année : Anatomie, histologie, dissections, médecine opératoire, opérations et appareils, pathologie interne et pathologie externe, cliniques médicale et chirurgicale.

Quatrième année : Pathologie interne et pathologie externe, pathologie générale, médecine opératoire, cliniques médicale, chirurgicale et obstétricale.

— SÉANCE DES CINQ ACADÉMIES. — La séance annuelle des cinq Académies a eu lieu lundi dernier M. E. Levasseur, notre éminent collaborateur, a prononcé un discours très remarqué sur l'ethnographie de la France. Le colonel Perrier a rendu compte, avec un grand talent, des célèbres travaux qu'il a entrepris, pour relier géodésiquement l'Algérie et l'Espagne. Si nous n'avons pas publié le discours du colonel Perrier, c'est qu'il y a peu de temps, M. Ch. Trépied a traité dans nos colonnes le même sujet. (Voir la *Revue* du 21 août.)

— FACULTÉ DES SCIENCES DE PARIS. — Le mercredi 3 novembre, M. Charve soutiendra, pour obtenir le grade de doctorat ès sciences mathématiques, une thèse ayant pour sujet : De la réduction des formes quadratiques ternaires positives et de leur application aux irrationnelles du troisième degré.

Le propriétaire-gérant : GERMER BAILLIÈRE.

PARIS. — Impr. J. CLAYE. — A. QUANTIN et Cie, rue St-Benoît. [1652]

LA

REVUE SCIENTIFIQUE

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

REVUE DES COURS SCIENTIFIQUES (2e SÉRIE)

DIRECTEURS : MM. ANTOINE BREGUET ET CHARLES RICHET

2e SÉRIE — 10e ANNÉE | NUMÉRO 19 | 6 NOVEMBRE 1880

Paris, le 5 novembre 1880.

La *Revue* est la seule publication scientifique où les *Comptes rendus* de l'Académie des sciences soient analysés *complètement* toutes les semaines. Chaque communication y est au moins mentionnée. Nos lecteurs savent ainsi tout ce qui a été dit ou présenté à l'Académie ; ils peuvent alors se reporter aux *Comptes rendus* eux-mêmes pour connaître avec plus de détails les travaux que notre cadre nous empêche quelquefois de développer.

Jusqu'ici notre bulletin de l'Académie a toujours paru huit jours après les *Comptes rendus,* c'est-à-dire presque quinze jours après la séance à laquelle il se rapporte. Nous avons le plaisir d'informer nos lecteurs que dorénavant la *Revue scientifique* pourra donner l'analyse des séances de l'Académie dans la semaine même où la séance a eu lieu. C'est-à-dire que le samedi nous publierons le bulletin de la séance du lundi précédent. Le présent numéro contiendra donc, par exception, deux séances : celle du 26 octobre et celle du 3 novembre.

M. *Faye,* dans un séjour qu'il vient de faire à Naples, a été témoin de quelques orages volcaniques, fort différents des orages ordinaires, et qui lui servent à combattre une théorie des orages qui a été souvent opposée à la sienne par plusieurs météorologistes.

« L'air était calme, dit-il, la fumée du Vésuve s'élevait verticalement par bouffées successives jusqu'à une assez grande hauteur ; là une légère brise l'emportait vers la pointe de Sorrente, au-dessus de laquelle elle formait une parure de nuages. La nuit, cette colonne s'illuminait à la base, de minute en minute, parce que le volcan, se débarrassant par intermittences des scories qui en obscurcissent la lave, lançait des volées de pierres incandescentes qui retombaient en s'écrasant sur les flancs du petit cône ou dans le cratère lui-même. »

Si l'on se reporte à l'hypothèse météorologique que M. Faye a combattue, on trouvera là tous les éléments nécessaires pour la formation de fréquents orages locaux.

On se rappelle en effet que, dans cette théorie, la première condition de la formation d'un orage, c'est le calme de l'atmosphère et un certain renversement des densités qui se produit souvent dans les couches basses, de manière à rendre légèrement instable l'équilibre habituel. Ces couches basses ne demandent alors qu'à monter ; elles ne sont retenues que par le poids des couches supérieures. Mais si, par une cause quelconque, cet équilibre instable est troublé en un point, par exemple, par la colonne de fumée qui s'élève au-dessus d'une cheminée, l'air inférieur, en tournoyant, se précipite horizontalement vers la base de cette colonne, appelé qu'il est par une sorte de tirage ; bientôt le phénomène s'agrandit, l'air chaud et humide s'emporte dans les airs en une colonne gyratoire de plus en plus vaste et va former en haut des nuages où éclateront, à ce qu'on suppose, la foudre, la grêle et les averses. On a même essayé de provoquer ainsi artificiellement des orages : rien de plus simple, en effet, puisqu'il suffit d'une atmosphère calme, légèrement surchauffée en bas, et d'y allumer un feu de paille.

A Naples, le Vésuve est là en permanence pour remplir cet office par sa colonne ascendante de vapeurs surchauffées ; chaque fois que l'atmosphère est dans l'état susdit d'équilibre instable, il devrait donc se former un orage, grâce à l'appel puissant de cette colonne ascendante. Il n'est pas besoin de dire qu'il ne s'en forme jamais et qu'à Naples, comme ailleurs, les orages arrivent tout formés ; ils disparaissent ou plutôt ils s'éloignent de même, sans relation aucune avec le Vésuve.

AGRONOMIE

MUSÉUM D'HISTOIRE NATURELLE DE PARIS

COURS DE M. DEHÉRAIN

Origine du carbone des végétaux.

I.

Messieurs,

Je viens de consacrer mes premières leçons à vous montrer comment la graine, le tubercule, la bulbe, le bourgeon, bien que très différents de forme et de structure, subissent cependant sous des influences semblables des modifications analogues.

Nous avons montré, par l'expérience, que la graine ne germe, que le tubercule ne développe des racines et des tiges, que le bourgeon ne s'épanouit qu'autant qu'ils rencontrent de l'oxygène, de l'humidité et une certaine élévation de température, variable au reste avec l'espèce à laquelle appartient l'organe étudié.

Si cette évolution a lieu dans l'obscurité, les tiges qui apparaissent sont blanches, très longues, veules; les feuilles à peine jaunâtres présentent habituellement leurs formes régulières, mais sont très réduites dans leurs dimensions; ces petites plantes étiolées, auxquelles il ne manque que la lumière pour commencer une vie régulière, s'efforcent de l'atteindre, elles s'allongent, elles s'inclinent vers le jour, elles semblent s'élancer vers la lumière, quelque faible que soit la quantité qui peut arriver jusqu'à elles; j'ai eu de cette tendance à se diriger vers le jour, que présentent les plantes étiolées, une preuve encore plus frappante que celle que vous offrent les plantes que je mets sous vos yeux et que j'ai disposées ici dans la position même qu'elles occupaient dans l'armoire obscure où les germinations ont eu lieu: il y a quelques années, j'ai fait répandre dans un grand silo, à l'école de Grignon, une couche de terre d'une épaisseur de deux centimètres environ en ménageant un sentier au milieu; puis on a semé de l'avoine dans cette terre et on a bien fermé les portes de façon que la germination et l'évolution de la plante se produisissent dans une obscurité presque complète; quand on était dans le silo, on ne pouvait, en effet, rien distinguer, on devinait seulement de quel côté se trouvait l'ouverture par un mince filet de lumière qui passait sous la porte malgré la botte de paille que j'avais fait mettre extérieurement; cette faible quantité de lumière avait suffi cependant pour faire incliner les blanches tiges d'avoine vers le petit filet lumineux qui filtrait sous la porte, elles étaient toutes inclinées parallèlement et toutes penchées vers cette lumière à peine perceptible.

Vous me permettrez d'insister un instant sur la structure de ces plantes étiolées; vous savez, messieurs, qu'une graine renferme une certaine quantité de matériaux de réserve destinés à être dépensés pour former les organes nouveaux. Comment la plante dépense-t-elle ce poids fixe de matière qu'elle renferme? très différemment suivant les cas; mettez-la dans des conditions normales, dans une bonne terre, elle dépense une faible partie de sa réserve à faire des racines, elle en garde la meilleure partie pour constituer les feuilles qui vont lui permettre de s'alimenter dans l'air, comme la racine ira prendre dans le sol les aliments qu'il renferme; mais plaçons la graine dans un sol stérile, et voyez, messieurs, quel développement excessif prend la racine. Il ne faut pas au reste se contenter de voir les faits, je vous donnerai les chiffres suivants qui se fixent encore mieux dans l'esprit :

	Poids de l'avoine sèche développée.	
	Dans la bonne terre.	Dans un sol pauvre.
	Grammes.	Grammes.
Poids de la tige sèche.	0,213	0,112
Poids de la racine sèche.	0,035	0,082
Poids de la tige sèche pour 100 de racines.	0,608	0,139

Ce qui se produit pour le développement exagéré de la racine chez une plante vivant dans un sol stérile se manifeste avec la même énergie pour une plante placée à l'abri de la lumière, elle dépense la meilleure partie de sa réserve à allonger sa tige; les feuilles qui ne peuvent servir, tant qu'elles ne sont pas éclairées, sont réduites au minimum; c'est ce que vous voyez ici sur des haricots développés dans une armoire fermée, la tige veule peut à peine se soutenir, elle rampe, elle s'allonge, comme pour atteindre la lumière nécessaire à sa vie.

Il est curieux de voir comment la plante *sait ainsi adapter* ses organes aux conditions particulières dans lesquelles elle se trouve, et je n'ai pas voulu passer sur ces faits intéressants sans vous les faire remarquer.

Si, au lieu de laisser la germination se produire dans l'obscurité, on opère dans les conditions normales, les jeunes organes aériens ne tardent pas à se colorer en vert; il y apparaît une matière nouvelle qui présente le plus grand intérêt; les tiges, les feuilles renferment de la *chlorophylle*.

Cette matière dont je vous présente une dissolution alcoolique est dichroïque; vue à la lumière transmise, elle est verte; vue par réflexion, elle présente une teinte rouge.

La chlorophylle a été l'objet de nombreux travaux. M. Frémy a reconnu qu'il était facile d'en séparer deux substances différentes, l'une jaune, l'autre bleue : cette séparation peut s'exécuter à l'aide de réactifs énergiques comme l'acide chlorhydrique ou la baryte; vous avez sous les yeux les résultats de ces préparations; elle peut s'exécuter aussi à l'aide de réactifs neutres tels que l'alcool à divers degrés de concentration, ou la benzine qui, laissant dans l'alcool affaibli la matière colorante jaune, monte à la partie supérieure des tubes, entraînant avec elle la matière bleue.

La dissolution alcoolique de chlorophylle, ce mélange de phylloxantine (matière jaune) et d'acide phyllocyanique qui, ainsi que l'a reconnu M. Frémy, est, dans la chlorophylle, uni à la potasse; la dissolution alcoolique de chlorophylle, disons-nous, est un mélange de plusieurs substances différentes, que M. A. Gauthier est arrivé très habilement à sépa-

rer les unes des autres, de façon à obtenir la chlorophylle à l'état de pureté; il a pu, dans ces conditions, la faire cristalliser, il a donné sa composition que les analyses de M. Rogalski ont parfaitement confirmée, ainsi que le montrent les chiffres suivants :

COMPOSITION DE LA CHLOROPHYLLE.

	A. Gauthier.	Rogalski.	
Carbone	73,97	73,19	72,83
Hydrogène	9,80	10,50	10,25
Azote	4,15	4,14	4,14
Oxygène	10,33	10,50	11,14
Cendres	1,75	1,67	1,64

Cette analyse vous montre, messieurs, que la chlorophylle est une matière azotée; le fait avait été affirmé, puis nié; aujourd'hui il est acquis et n'a rien qui surprenne les personnes qui ont eu occasion de voir quelle vigueur prend la teinte verte des plantes qui ont reçu d'abondants engrais azotés; souvent dans les champs de blé, on remarque au printemps des touffes puissantes, d'un vert foncé qui dominent les autres plantes restées plus jaunâtres, ces touffes dans lesquelles la chlorophylle est abondante apparaissent aux places où les tas de fumier ont séjourné, où la plante a trouvé une ample provision de matières azotées.

Voici un pied de tabac sur lequel on peut voir nettement l'influence qu'exerce l'engrais azoté sur la production de la chlorophylle; on l'a repiqué dans un sol pauvre, il a fait plusieurs feuilles d'un vert jaunâtre; on lui a donné alors une bonne dose d'engrais azoté, les feuilles supérieures qui se sont développées sous l'influence de cet engrais sont, comme vous le voyez, d'un vert bien plus prononcé.

La lumière, qu'elle provienne du soleil ou même d'une source artificielle comme l'électricité, est nécessaire pour qu'une plante se charge de chlorophylle; mais cette condition n'est pas toujours suffisante, M. Bœhm a reconnu qu'à une température de 7°, des germes de *Pinus pinea* sont restés jaunes bien qu'ils fussent exposés à la lumière, et M. Sachs a observé également que le *Pinus canadensis* reste jaune quand l'exposition à la lumière a lieu à une température de 11°,7.

Il ne nous suffit pas, messieurs, de dire que la lumière détermine l'apparition de la chlorophylle; il faut aller plus avant et savoir si toutes les radiations qu'un prisme permet de séparer d'un faisceau de lumière blanche jouissent de la propriété d'exciter la production de la chlorophylle; cette recherche a été exécutée par un naturaliste enlevé trop tôt à la science, par Guillemin, qui a reconnu que si les rayons jaunes agissent plus énergiquement que les autres, les plantes deviennent vertes non seulement dans les radiations que notre œil perçoit, mais encore dans les rayons ultra-violets dont l'existence n'est révélée que par l'action qu'ils exercent sur certaines substances sensibles, et enfin dans les rayons ultra-rouges, invisibles pour notre œil, mais sensibles aux appareils thermométriques.

Messieurs, s'il est intéressant de rechercher comment la lumière agit sur des organes étiolés pour y déterminer l'apparition de la chlorophylle, il n'est pas moins important de savoir comment cette matière va agir à son tour sur les rayons lumineux.

A la fin de cette leçon, messieurs, je vous demanderai, comme vous le faites chaque fois, de venir au laboratoire (1); vous y verrez disposée une expérience que je ne puis reproduire ici, vous y verrez ce qu'on appelle le spectre de la chlorophylle. Je suppose que vous ayez l'œil au spectroscope, une lumière énergique traverse une dissolution de chlorophylle, se disperse sur un prisme et arrive enfin jusqu'à vous; vous apercevez d'abord à l'extrémité gauche du prisme une belle bande rouge, puis une bande obscure prenant tout l'orangé; vous voyez ensuite du jaune, du vert, puis une nouvelle bande noire vous intercepte toute la partie droite du spectre.

Ainsi la chlorophylle ne laisse pas passer indifféremment tous les rayons lumineux; si quelques-uns la traversent, d'autres, au contraire, sont retenus, absorbés, éteints. J'appelle tout particulièrement, messieurs, votre attention sur la bande d'absorption qui est comprise entre le rouge et le jaune; nous aurons occasion de voir bientôt l'importance qu'elle présente.

Si la lumière est nécessaire à la production de la chlorophylle, une insolation trop forte semble exercer sur elle une influence fâcheuse, les feuilles de certaines plantes semblent après une exposition au soleil quelque peu prolongée se décolorer; on en peut trouver la raison dans les mouvements qu'exécutent les grains de chlorophylle, dans la place qu'ils prennent dans les cellules sous l'influence d'une lumière intense. Nous avons placé des coupes, sur le porte-objet du microscope et vous pourrez reconnaître l'exactitude des observations, dues d'abord à M. Bœhm, puis vérifiées et étendues par M. Pamintzin et par M. Borodine. Vous verrez les grains de chlorophylle, d'abord distribués irrégulièrement dans les cellules normales, changer de place sous l'influence de l'insolation, se réunir sur les parois, y former comme un chapelet continu, puis finir par se réunir en paquets volumineux sur les parois latérales comme s'ils fuyaient l'action trop vive des rayons lumineux qui exercent sur eux une si puissante action.

Les cellules à chlorophylle sont le siège d'un des phénomènes les plus importants de la végétation; c'est dans ces cellules que se produit la décomposition de l'acide carbonique, c'est par leur intermédiaire que la plante augmente la masse de sa matière carbonée.

Il suffit de réfléchir un instant pour être bien persuadé que très souvent les plantes puisent exclusivement dans l'air le

(1) Toutes les leçons du cours de physiologie ont été suivies de conférences ou plutôt de démonstrations dans le laboratoire; ces conférences ont été très suivies, il s'est même trouvé que des auditeurs les ont préférées au cours lui-même. Elles présentent cet avantage, que le professeur étant directement en contact avec les auditeurs, peut provoquer des questions, y répondre, lever des doutes, reprendre un sujet mal compris; elles ont permis, en outre, de montrer un grand nombre de phénomènes que la courte durée d'une leçon d'amphithéâtre aurait interdit de reproduire.

carbone qui fait partie intégrante de toutes les matières qu'elles renferment. Vous connaissez tous les magnifiques travaux de boisement qui ont été accomplis sur les dunes du littoral, dans la Gironde, dans les Landes, dans le Pas-de-Calais, de superbes plantations de pins couvrent maintenant des dunes de sable pur qui ne renfermaient pas la millionième partie du carbone contenu actuellement dans les végétaux qui s'y sont développés. Le sol de nos forêts, sur lequel on prélève depuis un temps immémorial de grandes quantités de bois, n'aurait jamais pu fournir la quantité immense de carbone qu'on en a extraite avec les arbres qui sont soumis à des coupes plus ou moins rapprochées; il est certain que c'est dans l'air que les plantes trouvent la plus grande partie du carbone qui est nécessaire à leur croissance. Théodore de Saussure l'a démontré, au reste, par une expérience de laboratoire qui est facile à répéter et dont je mets sous vos yeux la reproduction encore incomplète, mais que vous verrez se terminer à mesure des progrès de la saison.

Th. de Saussure a placé des fèves dans un sol composé de cailloux de diverses grosseurs, il les a arrosées avec de l'eau distillée et les a laissées se développer en plein air, dans un jardin; au commencement de l'expérience, les fèves pesaient 6gr,368; après la floraison, elles pesaient 87gr,149 réduits à 10gr,721 après la dessiccation. Th. de Saussure attribue aux graines 1gr,209 de carbone et aux plantes 2gr,703; il y a donc eu, pendant la durée de la végétation, fixation de 1gr,494 de carbone qui n'a pu provenir que de l'air. Cette expérience a été répétée bien souvent depuis, les cultures dans le sable stérile ont été exécutées avec succès par MM. Boussingault, G. Ville, le prince de Salm, par nous-même; on peut également faire développer les plantes en maintenant les racines dans l'eau et obtenir un poids de matière végétale bien supérieur à celui de la graine primitive, le carbone contenu dans ces végétaux vient de l'air; comment en vient-il? c'est ce qu'il nous faut examiner.

C'est au naturaliste genevois Bonnet qu'on doit la première observation sur l'émission des gaz par les plantes. « Au commencement de l'été de 1749, dit-il, j'introduisis dans des poudriers pleins d'eau des rameaux de vigne. Dès que le soleil commença à échauffer l'eau des vases, je vis paraître sur les feuilles des rameaux beaucoup de bulles semblables à de petites perles. J'en observai aussi, mais en moindre quantité, sur les pédoncules et sur les tiges... Je fis bouillir de l'eau pendant trois quarts d'heure, afin de chasser l'air qu'elle contenait. Après l'avoir laissé refroidir, j'y plongeai un rameau semblable au précédent. Je l'y tins en expérience environ deux jours; le soleil était ardent, je ne vis pourtant paraître aucune bulle. »

Il est vraisemblable que Priestley ignorait ces résultats quand il publia, en 1772, dans ses *Recherches sur diverses espèces d'air,* les expériences dont je veux mettre sous vos yeux le récit tel que l'auteur l'a écrit. Priestley, après s'être occupé des modifications que le séjour des animaux fait subir à une atmosphère limitée, fut en quelque sorte conduit à rechercher l'influence qu'exercent les végétaux sur ces atmosphères viciées.

« J'ai eu le bonheur, dit-il, de trouver par hasard une méthode de rétablir l'air altéré par la combustion des chandelles et de découvrir au moins une des ressources que la nature emploie à ce grand dessein; c'est la végétation.

« On serait porté à croire que, puisque l'air commun est nécessaire à la vie végétale aussi bien qu'à la vie animale, les plantes et les animaux doivent l'affecter de la même manière. Et j'avoue que je m'attendais au même effet, la première fois que je mis une tige de menthe dans une jarre de verre renversée sur l'eau. Mais, après qu'elle y eut poussé quelques mois, je trouvai que l'air n'éteignait pas la chandelle et qu'il n'était pas nuisible à une souris que j'y exposai.

«... Le 16 août 1771, je mis une plante de menthe dans une quantité d'air où une bougie avait cessé de brûler et je trouvai que le 27 du même mois une autre bougie pouvait y brûler parfaitement bien. Je répétai cette expérience sans la moindre variation dans le résultat jusqu'à huit ou dix fois pendant le reste de l'été.

« Cette observation me conduit à conclure que les plantes, bien loin d'affecter l'air de la même manière que la respiration animale, produisaient des effets contraires et tendaient à conserver l'atmosphère douce et salubre, lorsqu'elle est devenue nuisible en conséquence de la vie et de la respiration des animaux... » « Les preuves d'un rétablissement partiel de l'air par des plantes en végétation, quoique dans un emprisonnement contre nature, servent à rendre très probable que le tort, que font continuellement à l'*atmosphère* la respiration d'un si grand nombre d'animaux et la putréfaction de tant de masses de matière végétale et animale, est réparé, du moins en partie, par la création végétale; et nonobstant la masse prodigieuse d'air qui est journellement corrompue par les causes dont je viens de parler, si l'on considère la profusion immense des végétaux qui croissent sur la surface de la terre, dans des lieux convenables à leur nature et qui, par conséquent, exercent en pleine liberté tout leur pouvoir, tant qu'inhalants qu'exhalants, on ne peut s'empêcher de convenir que tout est compensé et que le remède est proportionné au mal. »

La découverte de Priestley fit en Angleterre une profonde impression; il reçut la médaille d'or de Copley, une des plus grandes récompenses que puisse décerner la Société royale de Londres.

Et cependant il faut reconnaître que la question était loin d'être complètement élucidée, Priestley n'était pas absolument maître de son admirable expérience et c'était à Ingen Housz qu'était réservée la gloire de reconnaître que la décomposition de l'acide carbonique par les feuilles n'a lieu que sous l'influence de la lumière solaire.

C'est lui qui a montré que « l'air déphlogistiqué », l'oxygène ne se dégage des feuilles qu'autant que celles-ci sont exposées à l'influence du soleil. Une question importante reste encore à résoudre pour élucider les résultats de Priestley et ceux de Ingen Housz, il reste à démontrer que ces deux observations se complètent l'une par l'autre, que l'oxygène dégagé par les plantes ne provient pas de leurs

tissus même, mais est le résidu de l'acide carbonique décomposé dans leurs cellules, que les plantes sont de véritables appareils de réduction fixant le carbone et dégageant l'oxygène. L'intervention d'un troisième expérimentateur est nécessaire pour donner une esquisse complète du phénomène et c'est Sennebier, pasteur à Genève, qui démontra que l'acide carbonique dissous dans l'eau favorise la végétation et la production du gaz oxygène qui s'échappe des feuilles au soleil; il faut donc que cet acide carbonique, dont l'oxygène est un des éléments, soit décomposé au soleil par l'acte de la végétation pour fournir celui-ci et que le carbone déposé dans toutes les parties de la plante en provienne.

Avant d'entrer dans l'étude détaillée de cet admirable phénomène, cherchons, messieurs, les méthodes qui permettent de montrer clairement la décomposition de l'acide carbonique par les cellules à chlorophylle.

Le dégagement d'oxygène est facile à constater quand on opère dans l'eau, comme l'ont fait Bonnet, Sennebier et plus récemment MM. Cloëz et Gratiolet, qui ont exécuté ici même au Muséum, en 1849, une série d'expériences restées classiques.

Dans un flacon de deux litres, on met de l'eau ordinaire jusqu'aux quatre cinquièmes de sa hauteur, on y introduit des tiges d'une plante marécageuse, de l'*Elodea canadensis,* ou encore du *Ceratophyllum submersum,* du *Potamogeton Crispus;* on achève de remplir le flacon avec de l'eau saturée d'acide carbonique, on y adapte un bouchon en caoutchouc muni d'un tube abducteur et on place l'appareil au soleil; on ne tarde pas à voir de petites bulles de gaz apparaître sur les feuilles, sur les pédoncules; il en sort de petits chapelets par les sections des tiges.

Les bulles qui se dégagent des sections des tiges se succèdent souvent avec assez de régularité pour qu'on puisse les compter, et quelques naturalistes ont cru pouvoir déduire, du nombre de bulles dégagées dans un temps donné, un moyen de mesurer l'intensité avec laquelle se produit la décomposition de l'acide carbonique; je crois devoir prescrire absolument cette méthode d'investigation qui a donné naissance à des erreurs, je crois qu'il faut s'astreindre à recueillir le gaz sous une cloche, à le mesurer et à y déterminer l'oxygène; ces mesures sont très faciles, très rapides, un dosage sur l'eau suffit parfaitement et n'exige que quelques minutes.

Je mets sous vos yeux les résultats d'une expérience exécutée à l'avance, nous enlevons l'acide carbonique qui s'est dégagé de notre flacon à l'aide d'un morceau de potasse, nous ajoutons de l'acide pyrogallique, et vous voyez que le gaz dégagé renferme environ les deux tiers de son volume d'oxygène; il est assez riche pour rallumer une allumette.

On peut encore facilement constater la décomposition de l'acide carbonique par des feuilles de plantes aériennes en opérant de la façon suivante. A un tube courbé en arc de cercle on a soudé un tube vertical qui se termine par un long caoutchouc; aux deux branches inférieures de notre arc de cercle sont adaptés, par des caoutchoucs munis de pinces de Mohr, des tubes à gaz qui sont fixés par de bons bouchons à deux tubes droits assez larges, de 25 centimètres de long; l'un des tubes renferme une feuille longue et étroite comme le sont celles des graminées; l'extrémité inférieure des tubes jumeaux plonge dans un vase rempli d'eau. En aspirant par le caoutchouc on remplit d'eau tout l'appareil, on abaisse ensuite le caoutchouc qui fonctionne comme siphon, et quand l'appareil est exactement rempli, on laisse retomber les pinces qui compriment les caoutchoucs, les tubes restent pleins d'eau; on met alors le caoutchouc supérieur en relation avec un flacon renfermant un mélange d'air et d'acide carbonique, on desserre les pinces et le gaz du flacon remplit *simultanément* les deux tubes; on est certain, grâce à cette disposition, d'avoir exactement le même gaz dans les deux tubes; on est certain, par suite, que les chargements qui surviennent dans la composition du gaz seront dus à l'action même de la feuille.

Quand les tubes sont remplis, on adapte un bouchon à la partie inférieure sans sortir les tubes de l'eau, on détache les caoutchoucs de l'arc de cercle et on expose les tubes au soleil.

Voici le résultat d'une expérience : l'analyse nous décèle dans le tube sans feuille 7^{cc},3 d'acide carbonique sur 25^{cc},2 pris pour l'analyse; dans l'autre tube, sur 24^{cc},5, nous ne trouvons plus que 1^{cc},2 d'acide carbonique, et vous voyez que l'oxygène a beaucoup augmenté (1).

Vous voyez, messieurs, comment il est possible de montrer cette décomposition de l'acide carbonique; c'est aujourd'hui une expérience classique très facile à répéter.

Toutefois dans celle que je viens de vous montrer nous avons agi avec une atmosphère artificielle. Il peut rester quelque doute dans votre esprit; en réfléchissant à la parcimonie avec laquelle l'acide carbonique est répandu dans l'air, vous pouvez peut-être croire que ces faibles quantités échapperont à l'action des feuilles, il n'en est rien, et l'expérience suivante va vous le démontrer; vous voyez ici deux longs tubes horizontaux, l'un est vide, l'autre renferme une couche de feuilles placées à la suite les unes des autres et sur lesquelles l'air va passer avant de se rendre dans un tube à eau de baryte, tout semblable à celui qui est placé à la suite du tube vide; vous voyez que, grâce à une disposition ingénieuse due à mon collaborateur M. Maquenne, les bulles de gaz se succèdent en même nombre au travers des deux tubes à eau de baryte, et en quelques instants vous reconnaissez que l'eau de baryte contenue dans le tube vide est troublée, tandis qu'elle est restée absolument limpide dans le tube qui est en relation avec les feuilles.

Ainsi l'expérience est bien nette, la petite quantité d'acide carbonique contenue dans l'air, si faible qu'en soit la proportion, n'échappe pas aux feuilles éclairées comme le sont celles-ci par un beau soleil.

Il faut aller plus loin, messieurs, ne pas nous contenter de reconnaître cette décomposition; il faut en outre déterminer

(1) Cet appareil a été employé pour étudier la décomposition de l'acide carbonique par des feuilles éclairées par des lumières artificielles. — Dehérain et Maquenne. — *Annales agronomiques,* t. V.

dans quels rapports se trouvent l'acide carbonique disparu et l'oxygène dégagé, il faut rechercher l'influence de la composition de l'atmosphère sur l'énergie de la décomposition, l'action des divers rayons lumineux, l'influence de l'état dans lequel se trouve la feuille; enfin, quand tous ces points auront été élucidés, nous devrons chercher quel est le produit qui prend naissance dans les feuilles par suite de la décomposition de l'acide carbonique aérien.

La première expérience ayant pour but de rechercher dans quels rapports de volume se trouvent l'acide carbonique absorbé et l'oxygène exhalé par les plantes exposées au soleil est due à Th. de Saussure; elle lui donna les chiffres suivants :

Plantes employées.	Acide carbonique disparu.	Oxygène apparu.	Oxygène manquant pour représenter celui de l'acide carbonique disparu.	Azote apparu.
Pervenche	431cc	292cc	139	139
Menthe aquatique	309	224	85	86
Salicaire	149	121	28	21
Pin	306	246	60	20
Cactus opiuntia	184	126	58	57

Th. de Saussure avait très bien remarqué que l'oxygène manquant pour représenter celui qui existait dans l'acide carbonique décomposé était remplacé par un volume à peu près égal d'azote, mais il semble avoir cru que cet azote provenait des tissus de la plante elle-même.

Les expériences exécutées plus tard par MM. Cloëz et Gratiolet à l'aide des plantes submergées fournissaient un argument contraire à cette manière de voir; en effet, en laissant pendant plusieurs jours exposées au soleil des tiges de *Potamogeton perfoliatum* dans de l'eau imprégnée d'acide carbonique qui n'était pas renouvelée, ces habiles expérimentateurs trouvèrent que l'oxygène se purifiait de plus en plus et ne renfermait plus à la fin des essais que de très petites quantités d'azote; le premier jour, le gaz obtenu renfermait, sur 100 parties, 84,30 d'oxygène et 15,70 d'azote; le huitième jour, le gaz renfermait 97,10 d'oxygène et 2,90 d'azote.

Il est clair que si l'azote provenait d'une altération de la plante, d'une désorganisation des tissus, d'une destruction des principes azotés dégageant à l'état de pureté le gaz azote qu'ils renferment, ce gaz devrait être d'autant plus abondant que les plantes sont dans un état de décomposition plus avancée et, par suite, que l'expérience se serait prolongée plus longtemps; or, on trouve précisément un résultat inverse.

Il était donc vraisemblable que l'azote dégagé dans ces expériences provenait du gaz interposé dans les méats des feuilles, d'où il était chassé par l'oxygène provenant de l'acide carbonique; ce n'était là toutefois qu'une hypothèse qui a été vérifiée par M. Boussingault dans un travail remarquable, exécuté à l'aide d'appareils semblables à celui que vous voyez ici.

Cet appareil se compose essentiellement d'un ballon muni d'un bouchon et d'un tube abducteur, relié, par un caoutchouc qu'on peut écraser avec une pince de Mohr, à un petit ballon nommé le bouilleur renfermant une petite quantité d'eau; ce bouilleur, muni de deux tubulures, porte un tube qui le relie au grand ballon, et un tube de dégagement qui vient déboucher sous une cuve à mercure; les bouchons du bouilleur sont en liège recouvert de caoutchouc et capables de tenir le vide.

On fait trois déterminations à l'aide de trois appareils semblables à celui qui fonctionne devant vous; dans la première, on détermine la composition de *l'atmosphère de l'eau* légèrement chargée d'acide carbonique, qui doit servir à la série des trois expériences; après avoir fait le vide dans le bouilleur en chassant l'air qui y est contenu par l'ébullition prolongée de l'eau et s'être assuré, par la hauteur à laquelle le mercure reste suspendu, que l'appareil tient le vide, on soumet à l'ébullition l'eau imprégnée d'acide carbonique contenue dans le grand ballon, le gaz passe dans le bouilleur, puis il en est chassé par la vapeur qui s'en exhale et arrive dans une cloche retournée sur le mercure.

Un second appareil, semblable au précédent, reçoit, outre un volume déterminé de l'eau déjà étudiée, un poids bien déterminé des feuilles qui doivent servir à l'expérience; on soumet à l'ébullition et on obtient les gaz contenus à la fois dans les feuilles et dans l'eau; on a l'*atmosphère des feuilles*, en soustrayant des nombres obtenus dans la seconde opération ceux qu'on avait trouvés dans la première.

Un troisième appareil renfermant une quantité exactement mesurée de l'eau qui a servi aux deux déterminations précédentes, puis des feuilles de la même espèce que celles de l'expérience n° 2 en poids connu, est placé au soleil; le gaz dégagé est recueilli dans le bouilleur, et enfin on achève l'expérience en portant le tout à l'ébullition; on a ainsi l'atmosphère de l'eau et des feuilles modifiée par l'insolation, et, en comparant les chiffres trouvés dans cette troisième série d'observations à ceux de la seconde, on en peut déduire l'influence qu'a exercée l'insolation.

De la longue série d'expériences ainsi exécutées, il est résulté nettement qu'il n'y a pas d'azote dégagé pendant la décomposition de l'acide carbonique, il en est résulté encore que le volume d'oxygène dégagé est très sensiblement égal à celui de l'acide carbonique disparu.

En effet, si l'on considérait l'ensemble des résultats obtenus comme ayant été fournis par une observation unique, on trouve qu'il a disparu 1339cc,38 de gaz acide carbonique, et qu'il est apparu 1322cc,61 de gaz oxygène mêlés à 16cc,20 de gaz azote, que, par conséquent, 100 volumes de gaz acide carbonique ont fourni 98vol,75 de gaz oxygène.

Messieurs, pour qu'une feuille décompose régulièrement de l'acide carbonique, il faut qu'elle soit vivante; si elle a été privée pendant quelques jours de l'action de l'air, si elle a été plongée pendant un temps qui n'est pas très long dans un gaz inerte, elle périt et devient incapable de décomposer l'acide carbonique : c'est ce que j'ai eu occasion d'observer il y a déjà plusieurs années, à l'aide de plantes marécageuses, en les laissant dans de l'eau ordinaire, mais en les maintenant dans l'obscurité. Après quelques jours, les

feuilles ont absorbé tout l'oxygène dissous ; placées ensuite au soleil, dans de l'eau chargée d'acide carbonique, elles ne dégagent pas une trace d'oxygène, elles ne fonctionnent plus, elles ont été asphyxiées. M. Boussingault a reconnu également que des feuilles maintenues dans l'acide carbonique pendant plusieurs jours, puis exposées ensuite au soleil dans un mélange d'acide carbonique et d'air, n'émettaient pas d'oxygène.

Les feuilles desséchées perdent également la faculté de décomposer de l'acide carbonique, même quand la dessiccation a eu lieu à la température ordinaire ; en laissant les feuilles dans une atmosphère desséchée par l'acide sulfurique, elles deviennent cassantes; si on les soumet ensuite à l'action d'une atmosphère humide, elles reprennent, en même temps que de faibles quantités d'eau, une certaine souplesse, mais elles restent incapables de décomposer l'acide carbonique.

Vous jugerez par les chiffres suivants de l'influence qu'exerce la dessiccation sur la propriété réductrice des feuilles :

	Eau retenue par la feuille.	Acide carbonique décomposé. Total.	par cent. carré en une heure.
	Grammes.	Cent. cubes.	Cent. cubes.
Feuille normale.	0,60	15,9	0,071
Dessiccation commencée.	0,36	10,8	0,045
Dessiccation avancée. . .	0,29	2,9	0,012
Dessiccation absolue. . .	0,00	0,0	0,000

Enfin, il est certaines matières qui agissent sur les feuilles de façon à paralyser leur action sur l'acide carbonique, tel est le mercure; cette curieuse propriété, observée déjà par une réunion de chimistes hollandais : Deiman, Paats, Van Troostwyck et Lauwenburgh, est facile à vérifier par l'expérience ; vous voyez ici une tige de trèfle qui a été maintenue dans une cloche qui renferme du mercure, elle a perdu la faculté de décomposer de l'acide carbonique ; c'est ce qu'il est facile de démontrer en empruntant à M. Boussingault une méthode très élégante de recherches.

Le phosphore n'émet des vapeurs que lorsqu'il se trouve, au contact de l'oxygène, dans un gaz inerte comme l'acide carbonique et l'hydrogène, il ne donne aucune réaction ; or, l'atmosphère que renferme la cloche où nous avons exposé le rameau de trèfle aux vapeurs mercurielles est formée d'hydrogène et d'acide carbonique; dans une atmosphère ainsi composée, les feuilles saines décomposent très bien l'acide carbonique, c'est ce que vous reconnaissez par l'expérience que je mets sous vos yeux. Voici une autre cloche renfermant comme la précédente de l'acide carbonique, de l'hydrogène, du mercure, mais au-dessus du mercure, une couche d'eau; le bâton de phosphore s'enveloppe rapidement de fumées blanches qui forment dans la cloche un épais brouillard, tandis qu'aucune fumée n'apparaît dans la cloche où les feuilles sont directement exposées à l'action du mercure, ce qui prouve que l'acide carbonique n'est pas décomposé.

Au lieu de protéger les feuilles de l'action délétère du mercure par une couche d'eau, on peut également employer la fleur de soufre, elle agit avec beaucoup d'efficacité et les feuilles ne sont nullement atteintes ; cette curieuse observation est encore due aux chimistes hollandais dont je viens de vous rappeler les noms.

En résumé, vous voyez, messieurs, qu'une feuille saine n'ayant perdu sa faculté réductrice ni par asphyxie, ni par dessiccation, ni par l'action délétère du mercure, décompose l'acide carbonique sous l'influence des rayons solaires et émet un volume d'oxygène sensiblement égal à celui de l'acide carbonique décomposé.

Comment l'acide carbonique pénètre-t-il sous la feuille? quelles sont les quantités de ce gaz qui peuvent être décomposées? quels sont les rayons lumineux les plus efficaces pour déterminer la décomposition? quel est enfin le produit obtenu par la décomposition de l'acide carbonique? C'est ce que j'examinerai dans la prochaine leçon.

P.-P. Dehérain.

(A suivre.)

PHYSIOLOGIE GÉNÉRALE

ASSOCIATION MÉDICALE BRITANNIQUE

M. MICHAEL FOSTER

Relations de la physiologie et de la pathologie. — La physiologie envisagée au point de vue professionnel (1).

Si nous cherchons une base solide pour nous servir de point de départ, nous trouvons que la physiologie est une branche des sciences biologiques ; or les êtres vivants peuvent être étudiés à deux points de vue :

1° Ils possèdent des *formes* internes et externes, superficielles et profondes qui les distinguent des choses inanimées;

2° Ils *agissent* sur le monde extérieur qui réagit à son tour sur eux autrement que ne le pourraient faire les dernières.

Supposons qu'il soit possible d'arrêter pour un instant et sans catastrophe les mouvements de l'univers; qu'il tombe dans un sommeil tel que tout développement cesse; tel que les atomes organiques n'exécutent plus de rotation autour de leur axe, nous pourrons alors recueillir d'amples matériaux pour élaborer les lois morphologiques propres aux êtres dits vivants. Le mouvement disparaissant, le physiologiste reste sans emploi.

Imaginons, au contraire, un état dans lequel on puisse étudier toutes les oscillations motrices des êtres; déterminer et mesurer les produits de l'activité chimique, percevoir ses actions et ses réactions bien qu'il soit impossible de l'aperce-

(1) Au congrès annuel de l'Association médicale britannique, tenu au mois d'août à Cambridge, le professeur Foster a lu, en séance publique, une adresse sur les rapports actuels de la physiologie et de la pathologie, et l'importance pratique de la première pour le médecin : nous en extrayons les passages qui suivent.

voir elle-même. De telles conditions impliqueraient l'existence d'une physiologie sans morphologie correspondante.

Dans beaucoup des problèmes de la vie, dira-t-on, la forme est un élément dont on doit absolument tenir compte. Les déplacements des membres sont en partie réglés par la situation réciproque des os, des tendons et des muscles. L'observation est exacte, mais ce qui distingue le mouvement d'un être animé de celui d'une machine, c'est qu'il est produit par une modification mystérieuse dont la résultante est la contraction musculaire; c'est qu'il ne réclame point l'intervention d'une puissance extrinsèque comme la vapeur, l'eau ou le vent. Nous pouvons poser deux questions à propos de l'acte le plus simple, la flexion du bras par exemple. Comment se fait-il que certains muscles se raccourcissent? comment leur raccourcissement arrive-t-il à produire un déplacement? La seconde est du ressort de la mécanique; mais la première touche à l'un des caractères essentiels de l'être vivant, et l'étude des formes ne saurait nous être d'aucun secours pour sa solution.

La morphologie et la physiologie suivent des lignes aujourd'hui parallèles qui convergeront plus tard. Le but de la première sera atteint quand elle pourra expliquer la forme par l'influence du milieu environnant la matière vivante; la physiologie aura dit son dernier mot lorsque les actions et les réactions pourront être prédites d'après la disposition moléculaire des tissus constitutifs.

Toute inconnue physiologique, relative au mouvement musculaire, à la circulation, aux phénomènes nerveux, est donc entourée d'inconnues secondaires se rattachant à la physique, à la mécanique, à la chimie; mais lorsqu'on a éliminé celles-ci, on trouve le noyau véritable : c'est la contraction du muscle, les changements de la cellule sécrétante, l'agitation du nerf excité. L'étude ne peut être faite que sur des objets vivants; la forme et la structure ne nous apprennent plus rien. Une semblable manière de voir ne se concilie guère avec les vieilles doctrines d'après lesquelles les organes étaient des espèces de machines, à fonctions déterminées, plus ou moins solidaires et dont la réunion constituait l'individu; cette conception peut avoir été fructueuse naguère, elle est abandonnée depuis longtemps. Claude Bernard lui a porté le dernier coup en démontrant la puissance glycogénique du foie qu'on avait toujours cru destiné à la sécrétion exclusive de la bile.

Un corps animé peut être, si l'on veut, comparé à une machine, mais à une machine dont les rouages sont presque infinis, à une machine admirablement disposée pour produire cette harmonie motrice que nous appelons la vie. Le physiologiste ne se borne plus à observer le travail des appareils, il cherche les lois de ces conflits atomiques qui produisent ici une sécrétion, là un spasme musculaire, ailleurs une impulsion nerveuse; de ces luttes moléculaires qui ont pour résultat des formations et des destructions perpétuelles.

L'étude d'une fonction n'est qu'une sorte d'introduction à la science véritable. Quand nous savons que la sécrétion du suc gastrique est due à l'estomac, à ses glandes, à leurs cellules centrales, c'est un prélude à peine suffisant pour une recherche plus minutieuse sur les changements subis par le réseau protoplasmique intra-cellulaire. Nous y trouvons des granulations en état de va-et-vient, des noyaux qui se gonflent et se rétractent, des liquides contenant des sels en dissolution, de la pepsine.

Puis l'observateur ira de la cellule stomacale à la cellule parotidienne, de la cellule parotidienne à la cellule hépatique ou rénale; peut-être, avant longtemps, trouverons-nous du côté des fibres musculaires ou de l'épithélium rétinien la solution des problèmes touchant les appareils glandulaires de la muqueuse digestive. La découverte de l'action exercée par le suc gastrique sur les matières protéiques nous a conduits à la constitution atomique de la protéine. Le cervelet sert à la coordination des mouvements; à peine l'avons-nous su que, cherchant des notions plus précises sur cette coordination même, nous avons étudié les oscillations sensitives et motrices, remonté à la fibre musculaire et jusqu'au protoplasma de la cellule originelle.

Je pourrais multiplier les exemples relatifs aux tendances de la physiologie contemporaine; je me contenterai de démontrer que ses excursions en dehors du domaine des recherches simples sur les fonctions et leurs organes ne sont point des spéculations oiseuses. Peu importe à l'individu bien portant ou malade que l'estomac sécrète la pepsine, que la pepsine serve à la digestion des matières protéiques, si les conditions qui affectent les caractères de la sécrétion ou la puissance du liquide sécrété sont hors de son atteinte. En parlant d'excursions, je fais allusion aux efforts tentés jusqu'ici pour découvrir les lois en vertu desquelles chaque goutte de suc gastrique qui tombe dans la cavité ventriculaire est sous la dépendance des mouvements d'une cellule cérébrale, de l'action du tissu hépatique, de la calorification ou de la réfrigération des nerfs cutanés.

La conséquence d'une pareille conception, c'est qu'il n'y a point de différences essentielles entre le phénomène physiologique et le phénomène pathologique; le second n'est qu'une modification accidentelle du premier. Même *a priori* la chose paraît indiscutable. La santé et la maladie sont des circonstances comparables aux beaux jours et aux jours pluvieux. Existe-t-il donc une météorologie particulière pour le bon et le mauvais temps? Prenons un état morbide par excellence, l'inflammation : tant qu'on s'en tint aux examens superficiels aux *tumor, turgor, rubor* et *dolor* des anciens, les études des nosographes restèrent isolées et indépendantes. Lorsqu'on voulut connaître le processus fondamental, les causes immédiates de la tuméfaction et de la rougeur, on s'aperçut que la physiologie était en train de découvrir les lois de la circulation capillaire; ses recherches et celles de la pathologie devinrent connexes.

Il y a un quart de siècle, un homme qui depuis est arrivé à une situation très élevée comme chirurgien, Joseph Lister, employait une méthode purement physiologique pour ses remarquables travaux qui signalèrent le début d'une époque nouvelle dans nos connaissances sur l'inflammation d'une part, sur la circulation, de l'autre.

C'est avec les mêmes procédés que Cohnheim a fait avancer la science. Beaucoup d'autres recherches appartenant à la pathologie par leur nom se rattachent à la physiologie par leur but et leurs méthodes.

Sa tâche capitale aujourd'hui, c'est l'étude des propriétés élémentaires, c'est-à-dire des mouvements de la matière vivante, qu'elle le soit actuellement, qu'elle le devienne ou qu'elle ait cessé de l'être. La manifestation de leurs combinaisons constitue une fonction. Les investigations ne reconnaissent aucune différence entre l'état de santé et l'état de maladie; le phénomène est étudié de la même manière, qu'il suive son cours régulier ou qu'il soit anormal et troublé. Le physiologiste et le pathologiste trouveront parfois dans un incident et ses variantes l'explication d'un fait incompris jusqu'alors; ils le répèteront artificiellement dans un laboratoire lorsque leurs souvenirs sont récents, ou ils attendront qu'un incident analogue se présente; peut-être cela n'arrivera-t-il que longtemps plus tard lorsque la vieillesse aura émoussé la puissance intellectuelle et limité la mémoire, peut-être cela n'arrivera-t-il jamais!

La nature produit certainement tout ce que nous révèle l'expérimentation, mais la vie est courte et les progrès seraient lents si, pour en accomplir un, il fallait attendre son signal. C'est assez dire que le pathologiste devra toujours recourir aux études physiologiques; il apprendra de la sorte à se servir des méthodes qu'il appliquera plus tard, il prendra l'habitude d'envisager des problèmes de même nature, mais plus élémentaires que ceux qui devront l'occuper; en revanche, le physiologiste ne serait réellement pas digne de ce nom s'il méprisait un éclaircissement, sous prétexte qu'il vient de la pathologie.

A quoi donc la physiologie peut-elle servir au médecin, qui n'a ni le temps ni les moyens de se livrer aux travaux scientifiques? A rien du tout, répondront ceux qui envisageront la question sous un certain jour. Je conçois très bien qu'un praticien, ayant appris sa physiologie il y a vingt ou trente ans, s'en retourne désenchanté après avoir entendu un jeune expérimentateur exposer ses vues sur telle ou telle question abstraite et montrer la raison d'être des divergences existant entre lui et les Allemands. Tout ceci, dira-t-il à ses confrères, c'est du grec pour moi; cela m'intéresse juste autant que les quatre dimensions de l'espace ou les déclinaisons de la langue Telougou.

En se plaçant à un autre point de vue, on arrive à une solution diamétralement opposée. Le médecin possède un ensemble doctrinal qui règle toute sa pratique. La garde-malade de campagne, essayant parfois de le circonvenir, a elle-même une sorte de pathologie générale; sa nomenclature est comme un pâle reflet de l'enseignement des siècles passés. Celui qu'on appelle un homme pratique est un esclave malheureux entre tous des théories d'autrui, parce que ces théories sont des tyrans cachés, absolument inconnus pour lui.

La main du plus humble empirique est donc guidée par une doctrine dont les résultats seront d'autant meilleurs qu'elle sera plus d'accord avec les vues de la nature.

Mais il y a doctrine et doctrine; quelques-unes, vraies à l'origine, sont enveloppées d'erreurs. Un savant donne les résultats d'une expérience; une personne qui n'a pas qualité pour cela les convertit en théorie. Ainsi se trouvent constituées ces conceptions hybrides qui pullulent dans la littérature médicale et dans lesquelles la vérité fondamentale est comme ensevelie sous un monceau de fausses déductions. La meilleure preuve que l'on puisse avoir de l'exactitude d'une doctrine physiologique, c'est qu'elle rende compte d'un phénomène pathologique inexpliqué. Le meilleur criterium pour apprécier une théorie pathologique, c'est la comparaison avec des recherches consciencieuses de physiologie pure; chaque science sert ainsi de pierre de touche à l'autre.

Les praticiens devront donc lire pour compléter leur éducation et se tenir au courant des découvertes nouvelles; mais ils rencontreront des difficultés sérieuses, parce que certains points qu'ils avaient à peine effleurés dans leur jeunesse sont maintenant la pierre angulaire de doctrines importantes, parce que la langue technique devient presque incompréhensible pour eux. Et pourtant l'interprétation scientifique des symptômes, base de toute pratique rationnelle, doit nécessairement faire partie du bagage intellectuel du médecin, qui veut être autre chose qu'une simple machine à formuler.

Les théories sont des armes à deux tranchants; pour celui qui veut s'en servir judicieusement, le sens critique est avant tout nécessaire; c'est lui qu'il faut s'attacher à développer dans l'enseignement de la physiologie. Si William Sharpey eut dans cette branche un réel succès, ce n'était ni par son éloquence, ni par son habileté comme vivisecteur : c'est parce qu'il exposait simplement les choses comme elles l'avaient frappé; c'est qu'il faisait assister ses auditeurs au travail intellectuel qu'il avait fait lui-même pour arriver à une conviction. L'impression produite était tantôt forte, tantôt faible, suivant la nature des matériaux qu'il possédait, suivant l'action de son propre esprit. Par ce moyen, il apprenait à ses élèves à raisonner en physiologie. Chaque science a ses procédés spéciaux, sa logique à elle pour ainsi dire; un mathématicien accompli, un théologien profond, un érudit de valeur, peuvent être parfaitement incapables de rien dire de sensé à propos du moindre problème biologique.

L'éducation de l'esprit est également utile dans la pathologie. Il ne faut donc point se borner à exposer à l'étudiant les faits acquis et les solutions complètes; il faut le mettre en présence des problèmes de la vie et lui montrer les méthodes avec lesquelles il aura l'espoir d'arriver un jour à les résoudre. Une étude faite dans ces conditions rendra des services au médecin pendant toute sa carrière. Il pourra suivre sans peine la marche ascendante de la physiologie. Certaines questions actuelles semblent sans grand intérêt pratique, celles de la permanence des courants électriques des nerfs et des muscles, par exemple; celles des changements apportés dans les matières protéiques par l'action de la trypsine, et tant d'autres. On peut prédire dès maintenant que beaucoup, résolues en partie, serviront de base à la pathologie de l'avenir.

Toutefois il faut éviter de surcharger la mémoire de l'étudiant; au lieu d'étendre les programmes et de redoubler de sévérité, il faut simplement qu'on fasse table rase d'une série de questions traditionnelles qui formaient jusqu'ici la base des examens, ou qu'on augmente la part de la physiologie.

Dans ses deux premières années, l'étudiant en médecine anglais consacre plus des deux tiers de son temps à l'anatomie topographique.

C'est un simple exercice de mémoire. J'en appelle en toute confiance à mon auditoire et en particulier aux praticiens; de cette masse de petits faits si longuement et si péniblement appris combien sont encore présents à l'esprit deux ans après qu'on a franchi les portes du collège ? Que reste-t-il en dehors de vues générales sur l'ensemble du corps humain et de connaissances plus spéciales sur certaines régions dans lesquelles on opère de temps en temps ?

L'étude de l'anatomie est donc réellement plus utile comme exercice mnémonique qu'au point de vue pratique. Elle a été longtemps la base de la culture intellectuelle dans les écoles de médecine; elle avait l'avantage de meubler l'esprit de faits isolés, sans idées préconçues et sans lien théorique. Plus tard, la physiologie a pris place à côté d'elle; celle-ci est plus vaste et moins fixée; ce serait cependant une grave erreur de la mépriser. C'est par elle que l'on donnera l'habitude du raisonnement et de la finesse, si nécessaires dans l'observation des maladies.

Si ce que j'ai avancé est exact, à savoir que la physiologie, soigneusement enseignée, présente, pour la discipline intellectuelle, une valeur au moins égale à celle de l'anatomie; si nous ajoutons qu'elle renforce les facultés que nous aurons à exercer, fait naître des habitudes qui trouveront leur application dans la pratique et que ce n'est pas le cas pour la seconde; qu'elle apprend à tirer une juste conclusion des matériaux contradictoires en apparence, à raisonner d'après des faits indéterminés et souvent incertains; si nous réfléchissons, en outre, qu'on peut être un anatomiste consommé et rester ignorant dans les autres sciences, tandis que la physiologie a des relations tellement étroites avec la physique et la chimie, qu'il est impossible de l'étudier sans avoir au moins des notions sur elles, ne doit-on pas, je vous le demande, donner la première place à la physiologie et la seconde à l'anatomie ? Ne mesurons pas la grandeur d'une science au petit nombre de ses adeptes. Notre position est difficile, nous avons à lutter contre les lois du pays (1) et les sentiments de beaucoup d'esprits; c'est à vous, médecins et praticiens, que nous nous adressons pour demander aide et secours.

(1) En Angleterre, des règlements ridicules et qui, nous l'espérons, ne tarderont pas à être abrogés, prohibent les vivisections et entravent, par conséquent, le développement de la physiologie. (*Note de la Rédaction.*)

PHYSIQUE

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS. — LABORATOIRE DE M. WURTZ

CONFÉRENCE DE M. ANTOINE BREGUET

Sur le potentiel électrique.

Messieurs,

Je crois qu'il est tout à fait impossible de faire une étude approfondie du potentiel sans le secours de l'analyse mathématique. Qu'est-ce, en effet, que le potentiel ? Ce n'est pas une qualité des corps; à proprement parler, ce n'est pas même une qualité de l'électricité. C'est une pure fonction mathématique — osons le dire, quoique ce mot effraye bien des gens — c'est une intégrale. Mais son emploi rend les plus grands services pour l'examen de tous les phénomènes qui obéissent à la grande loi de l'attraction, c'est-à-dire pour lesquels la force d'attraction est proportionnelle aux masses en présence et en raison inverse du carré de la distance qui les sépare.

En particulier, pour ce qui regarde l'étude des charges d'électricité statique, la considération du potentiel est d'une fécondité remarquable et a permis de réunir en un même corps de doctrine bien des observations éparses, bien des phénomènes qui autrefois ne trouvaient pas à se classer. Avant les promoteurs du potentiel, l'électricité, c'était le chaos; aujourd'hui, un grand nombre de propriétés connues depuis longtemps se relient logiquement les unes aux autres; on peut dire que le potentiel a amené l'ordre dans l'électricité et dans le magnétisme, conjointement avec la théorie mécanique de la chaleur.

I. — Ce fut Laplace qui, le premier, signala les propriétés remarquables de cette fonction pour l'étude des forces qui varient suivant la loi de Newton; puis Poisson l'utilisa dans ses mémoires sur l'électricité. Mais ce fut surtout Georges Green, de Nottingham, qui, en 1828, en tira le plus grand parti dans l'étude qu'il fit de l'électricité et du magnétisme, et ce fut lui qui l'appela *fonction potentielle*. Enfin, Gauss s'est servi de la même fonction et l'a appelée *potentiel*, nom qui lui est resté aujourd'hui. En Angleterre, sir W. Thomson et Clerk Maxwell ont fait le plus grand usage du potentiel, et leurs travaux importés dans l'enseignement français par M. Cornu, à l'École polytechnique, par M. Mascart, au Collège de France, arrivent petit à petit à prendre racine chez nous. J'ai suivi pendant deux années les belles leçons de M. Mascart et c'est grâce à elles que je puis tenter de résumer devant vous cette intéressante question.

Je commencerai par définir le potentiel, puis je vous montrerai, ou plutôt j'énumérerai les résultats qui découlent naturellement de cette définition, résultats qui embrassent la presque totalité de l'électricité statique : charges des conducteurs, influence, condensation. Je passerai enfin à un examen rapide des courants électriques.

Supposons qu'il existe un certain nombre de corps conducteurs, c'est-à-dire métalliques, très petits, chargés à des

degrés différents d'électricité, et prenons en dehors d'eux ou dans l'un d'entre eux, peu importe, un point quelconque P. Évaluons le rapport de la masse électrique de chacun de ces corps à la distance qui les sépare du point considéré; ces rapports seront de la forme $\frac{m}{r}$, m étant la masse et r la distance. Si nous faisons alors la somme de toutes ces expressions $\frac{m}{r}$, nous aurons obtenu le potentiel du système au point P. C'est cette somme que l'on appelle le potentiel au point P; on la désigne en général par la lettre V. Pourquoi cette fonction présente-t-elle tant d'intérêt? c'est que, si l'on en prend la différentielle par rapport à chacun des trois systèmes de coordonnées, on trouve justement une expression qui représente, au signe près, la composante, suivant chaque axe, de la force qui résulte de l'action de toutes les masses électriques sur le point P.

Cette force a pour expression $\frac{mm'}{r^2}$, vous reconnaissez donc qu'elle est newtonienne, comme on dit, puisqu'elle est proportionnelle au produit des masses et en raison inverse du carré de la distance. Ainsi, au lieu de considérer trois composantes relativement compliquées de la force en jeu dans les différents phénomènes, on considère seulement leur intégrale, expression unique et beaucoup plus simple.

II. — Comment en fait-on l'application aux phénomènes électriques? C'est ce que nous allons examiner maintenant. — Que savons-nous de l'électricité? peu de chose, car nous sommes toujours obligés, comme au temps de Franklin, de faire des hypothèses sur sa nature, et ces hypothèses, nous le savons, ont un caractère absolument provisoire. On admet que deux fluides particuliers et peu définissables sont répandus dans les corps. Un corps n'est pas électrisé quand chacun de ses éléments contient des quantités égales des deux fluides, et, au contraire, on dit qu'il est chargé d'électricité libre, lorsque l'un des fluides est en excès sur l'autre. L'expérience a montré que l'action mutuelle de deux masses électriq[illegible] est une force centrale, c'est-à-dire qui est dirigée suivant la droite qui joint ces deux masses. Cette action est répulsive ou attractive suivant que les deux masses sont de mêmes signes ou non, et elle varie en raison inverse du carré de leur distance tout en étant proportionnelle à leur produit. Voilà la loi de Coulomb. D'après ce que j'ai dit plus haut, c'est donc sur cette loi fondamentale que l'on peut s'appuyer pour appliquer à l'électricité la théorie du potentiel.

On définit alors une fonction V, le potentiel, telle que les composantes de la force soient égales aux dérivées de cette fonction en valeur absolue. Considérons un corps électrisé quelconque. A *priori*, nous ne savons rien sur les valeurs du potentiel en ces différents points, de même qu'à l'aspect d'un corps chauffé, nous ne savons rien sur les valeurs de la température aux différents points de sa masse. Nous devons pourtant admettre qu'il existe des nappes de température égale, des surfaces isothermes. Dans le corps électrisé nous devons donc aussi admettre qu'il existe des surfaces équipotentielles. Or on démontre très simplement que la force électrique est toujours normale en chaque point à ces surfaces d'égal potentiel, qu'on nomme encore surfaces de niveau, par analogie avec les surfaces topographiques. Mais un théorème célèbre, dû à Newton, apprend que, dans le système de forces que nous étudions, l'action d'une couche sur un point intérieur est nulle; cela revient à dire que la force électrique est nulle à l'intérieur des corps électrisés. On sait alors, puisque la force est la dérivée du potentiel, que le potentiel est constant, car il n'y a que les constantes dont les dérivées soient nulles. Ainsi, premier résultat très important, le potentiel électrique est constant dans l'intérieur d'un conducteur.

Si je représente les valeurs du potentiel par des ordonnées et la longueur du corps chargé par des abcisses, j'obtiendrai la figure ci-dessous (fig. 34). La Terre n'est autre chose qu'un gi-

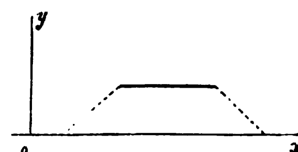


Fig. 34

gantesque conducteur et on est convenu de prendre son potentiel pour zéro, absolument comme on est convenu de choisir la température de la glace fondante pour le zéro des températures. C'est une pure convention. Vous voyez donc que, suivant que le corps est chargé positivement ou négativement, c'est-à-dire suivant que son potentiel est positif ou négatif, la figure devra se trouver au-dessus ou au-dessous de l'axe des abcisses.

III. — Le calcul montre que la somme des dérivées secondes du potentiel est égale à $-4\pi\rho$, ρ étant la densité de l'électricité. Puisque le potentiel est constant, il s'ensuit que cette somme de dérivées secondes est nulle, et par conséquent que ρ est nul dans l'intérieur du corps. Dire que la densité de l'électricité est nulle, c'est dire qu'il n'y a pas d'électricité; on est donc amené à énoncer ce fait, qu'il n'y a pas d'électricité libre à l'intérieur des corps, ou autrement dit, l'électricité libre qui constitue la charge ne peut être distribuée qu'en une couche infiniment mince à la surface des corps. C'est, vous le savez, une propriété connue depuis longtemps, et nous la retrouvons, à l'aide du potentiel, comme une conséquence nécessaire des lois de Coulomb.

Il ne faudrait pas croire que, lorsqu'on dit que le potentiel est constant dans un corps, cela signifiât que la couche électrique qui enveloppe ce dernier possède une épaisseur constante, uniforme. C'est le contraire qui a lieu.

On sait, en effet, que l'électricité se porte en plus grande masse sur les extrémités d'un cylindre que dans ses parties médianes, et cela va vous paraître évident, car on peut démontrer par l'absurde que si la couche électrique était uniforme, le potentiel serait maximum au centre, c'est-à-dire qu'il aurait des valeurs différentes aux différents points du corps, ce qui n'est pas. Supposons donc la couche uniforme et considérons le potentiel au centre des figures du cylindre.

Enlevons une des parties extrêmes pour la reporter à la suite de l'autre extrémité; nous ne modifions en rien la distribution supposée, mais nous augmentons les distances des régions déplacées au centre de figure. Le potentiel en ce point, dont l'expression générale est $\frac{M}{R}$, comme vous le savez, sera donc plus faible qu'avant le déplacement. Ainsi, si la couche électrique était uniforme, le potentiel serait plus grand au milieu qu'en tout autre point du cylindre; autrement dit, le potentiel ne serait pas constant et puisque nous savons qu'il doit l'être, c'est que la distribution ne peut être uniforme.

Vous voyez que le potentiel commence à prendre une sorte de représentation physique. Au moins peut-on s'en faire une espèce d'image, ce qui le fait sortir de l'abstraction mathématique. Ce qui va suivre sera par conséquent moins aride et plus aisé à concevoir que s'il s'agissait d'une pure intégrale.

IV. — Le potentiel sert à étudier avec précision et rigueur les phénomènes d'influence dont la complication est considérable dans un grand nombre de cas. Vous savez ce que c'est que l'influence. Lorsqu'un corps chargé d'électricité est mis en présence, par exemple, d'un autre corps à l'état neutre, le fluide de ce dernier est décomposé par l'influence du premier et une nouvelle distribution électrique prend naissance et s'établit. Si nous considérons une sphère isolée, en raison de sa forme symétrique, ses surfaces d'égal potentiel, ses surfaces de niveau ne peuvent évidemment que lui être concentriques. La sphère présente donc plus de facilité qu'une autre surface au point de vue de l'examen des phénomènes électriques, et je vais m'en servir pour vous conduire à la considération d'une nouvelle caractéristique des charges d'électricité, à la considération de ce que l'on appelle la *capacité*. Puisque nous savons que le potentiel est constant en tous les points d'une sphère chargée, nous sommes libres, pour en connaître la valeur, de l'évaluer pour un point quelconque à notre choix. Or, si nous prenons le centre, il est bien aisé de calculer le potentiel, car toutes les masses électriques étant à égale distance du centre, à la distance R, le rayon, toutes les fractions $\frac{m}{r}$ dont nous avons à faire la somme, c'est-à-dire l'intégration, ont même dénominateur R. Ainsi, M étant la charge, on aura : $V = \frac{M}{R}$ pour la valeur du potentiel relative à la charge M. Mais vous voyez que le potentiel changera de valeur, si la charge restant la même, la sphère change de rayon; le potentiel variera donc en raison inverse du rayon. Ce coefficient R, qui dans le cas particulier et simple de la sphère, se trouve égal à son rayon, a reçu le nom de *capacité*.

En assimilant le potentiel au niveau d'une masse liquide, on comprend la raison de cette dénomination. Si la masse restant la même, le niveau baisse, c'est que la capacité du réservoir, du bassin s'est augmentée; et, si cette capacité diminue, le niveau du liquide atteindra des valeurs de plus en plus grandes. C'est là une pure analogie, bien entendu; mais elle est souvent commode pour matérialiser les phénomènes et s'en faire une idée objective, et nous comparerons encore plus d'une fois les différences du potentiel aux différences de niveau.

Ainsi, en désignant par C la capacité, nous avons la relation générale $CV = M$ entre la charge, le potentiel et la capacité. Servons-nous-en pour mieux interpréter les phénomènes d'influence.

Une source électrique, une machine à plateau de verre, par exemple, fournit de l'électricité à un potentiel déterminé, absolument comme un réservoir d'eau entretenu normalement ne fournit jamais que de l'eau à la pression donnée par son niveau supérieur. Si l'on tourne le plateau de verre très rapidement, on renouvelle plus souvent les mêmes causes de production, c'est-à-dire que l'on augmente le débit de l'électricité, sans pour cela modifier son potentiel. Lorsqu'on ouvre fréquemment un robinet qui fait communiquer un réservoir avec un récipient, on n'augmente pas la pression de l'eau qui s'écoule, mais seulement sa quantité, son débit. C'est absolument la même chose. Mais le récipient a une certaine capacité qui limite la masse d'eau qu'il peut contenir à un niveau donné. Il en est de même de la machine électrique. Ses conducteurs possèdent aussi une capacité définie, et la charge d'électricité n'y peut dépasser une certaine valeur. — Mais que l'on réunisse d'autres conducteurs à ceux de la machine, cela revient à augmenter leur capacité, la production d'électricité reprendra jusqu'à ce que les corps nouveaux aient reçu leur nouvelle charge, toujours au potentiel qui spécifie la source. Tout cela est d'accord avec la formule $M = VC$.

V. — Nous pouvons ainsi nous faire une première idée de ce que c'est qu'un courant électrique. En effet, soit un conducteur contenant une charge M, son potentiel aura une valeur déterminée par la relation $V = \frac{M}{C}$. Réunissons ce conducteur à un autre de capacité C'. La nouvelle capacité sera $C + C'$. Au début, l'un des corps était au potentiel V et l'autre au potentiel zéro. Le potentiel, nous le savons, doit être constant lorsque la distribution définitive sera opérée, lorsque l'équilibre sera atteint. La charge se partage donc entre les deux corps, c'est-à-dire que l'électricité s'écoule de l'un dans l'autre (c'est là le courant) de façon à amener la constance du potentiel dans tout le système. Le nouveau potentiel diffèrera évidemment du premier, mais il est facile à calculer. La charge qui est restée toujours la même avait pour valeur CV et est égale maintenant à $(C + C')\,V'$. On peut donc écrire $CV = (C + C')\,V'$, équation qui servira à obtenir V' le nouveau potentiel. Vous reconnaissez déjà sans doute l'analogie de cette formule avec celle qui relie les températures et les capacités calorifiques. Si V et V' représentent les températures et C et C' des capacités calorifiques, c'est la même équation qui détermine la température finale d'un système de corps de capacités calorifiques données. C'est en raison de cette analogie que le potentiel s'appelle quelquefois température électrique. Il convient pourtant de bien distinguer les propriétés des capacités calorifiques et des capacités électriques.

1° Les capacités calorifiques ne sont pas rigoureusement indépendantes de la température, tandis que les capacités électriques sont indépendantes du potentiel. — 2° La capacité calorifique est proportionnelle au volume des corps, la capacité électrique est proportionnelle à leur surface. — 3° La capacité calorifique dépend d'un coefficient propre à la nature des corps, la capacité électrique ne dépend que de leur forme.

Je dois encore insister sur la capacité pour montrer qu'elle peut se modifier par le voisinage des corps métalliques. Examinons l'influence d'une sphère chargée sur un cylindre à l'état neutre, et analysons les diverses phases du phénomène.

La sphère A (fig. 35) occupe d'abord la position AA, puis le

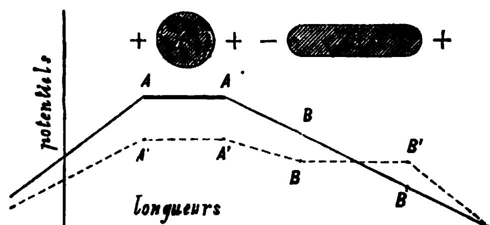


Fig. 35.

cylindre neutre B est introduit en BB. Sur les points de ce dernier, le potentiel de A n'est pas constant puisque B est extérieur à A ; il y a donc des forces électriques qui s'exercent. Ces forces amènent vers A le fluide négatif et en éloignent le fluide positif, jusqu'à ce que le potentiel sur B devienne constant B'B'. Alors, le fluide a atteint sa position d'équilibre. (Le fluide négatif se dirige vers le potentiel le plus élevé.) Mais le fluide négatif en B' réagit sur le fluide positif de A, pour en attirer une partie de son côté. La charge positive de A se distribue donc autrement qu'elle ne l'était, donc la capacité de A a augmenté, et le potentiel y a baissé en vertu de la relation $M = CV$, puisque la charge est toujours la même. Le potentiel a pris une nouvelle valeur A'A'.

Vous le voyez, la capacité de A a été modifiée par le simple voisinage de B. La capacité d'un corps ne dépend donc pas seulement de sa forme, mais encore de la forme de l'ensemble du système de corps conducteurs qui se trouvent peu éloignés de lui. Il convient de remarquer que ces phénomènes d'influence à distance n'ont plus leurs analogues dans les fluides liquides ; ils sont particuliers à l'électricité et au magnétisme.

VI. — Poussons plus loin encore l'étude de l'influence et nous allons arriver aux phénomènes de condensation, dont vous connaissez l'importance par les effets de la bouteille de Leyde. Le potentiel de A a baissé, avons-nous dit, par suite de la présence de B. Eh bien, faisons communiquer la sphère avec la source électrique qui l'avait primitivement chargée ; elle reprendra alors son potentiel primitif en vertu de la charge nouvelle qu'elle recevra. La première charge était donnée par la formule $M = CV$; puis, après l'influence de B, tout en restant la même elle était égale à $C'V'$. Par suite de la deuxième charge, on aura $M' = C'V$, M' étant supérieur à M. L'influence du cylindre aura donc permis d'accumuler, de condenser sur la sphère une quantité d'électricité plus grande que si le cylindre n'existait pas. La force condensante a été définie par le rapport $\frac{M'}{M}$ des charges dans ces deux cas. On voit que cette force peut s'écrire de diverses manières : $F = \frac{M'}{M} = \frac{C'}{C} = \frac{V}{V'}$.

Nous venons de voir que la condensation n'est autre chose qu'un moyen d'augmenter la capacité d'un conducteur au voisinage d'un autre. Or la théorie du potentiel conduit à déterminer les qualités spécifiques des systèmes condensateurs et à déterminer les meilleures conditions à réaliser pour obtenir des condensateurs de très grande capacité.

Bien que le calcul en soit très simple, je ne vais pas chercher ici l'expression de la capacité d'un condensateur sphérique, c'est-à-dire d'un système composé d'une sphère et d'une couche sphérique concentrique, séparée d'elle par un milieu isolant. Mais, je le répète, cela est très facile, et l'on arrive à trouver pour valeur de cette capacité l'expression $\frac{S}{4\pi e}$, où S est la surface de la sphère, e l'intervalle qui la sépare de la couche voisine et π le rapport de la circonférence au diamètre. La formule s'étend encore au cas d'un condensateur plan, mais d'une façon moins rigoureuse, car elle n'est applicable que si les deux lames conductrices ont une surface excessivement grande par rapport à la distance qui les sépare. Je me hâte de dire que c'est justement toujours le cas dans les condensateurs que l'on emploie le plus souvent.

La capacité des condensateurs artificiels, si je puis employer ce mot, est considérable par rapport à la capacité des simples conducteurs. Pour vous en donner un exemple, je vous dirai qu'il serait facile de faire tenir sur cette table un condensateur dont la capacité serait égale à celle d'une sphère de mêmes dimensions que la Terre.

VII. — Pour écarter à tout prix de cet entretien les calculs d'analyse, je suis forcé de passer sous silence bien des considérations de grand intérêt. Mais je me reprocherais pourtant de ne pas vous dire, sans toutefois le démontrer, que le potentiel se rattache à l'expression du travail, et qu'on peut définir le potentiel d'un point comme le travail qu'il faut dépenser pour amener l'unité d'électricité depuis l'infini jusqu'en ce point, par un chemin quelconque. On arrive par ces nouvelles considérations jusqu'à obtenir une expression simple de l'énergie électrique. Cette expression, à l'aide de nos notations habituelles, peut s'écrire $W = \frac{1}{2} M.V.$; elle représente le travail qu'il faudrait effectuer pour porter un corps du potentiel zéro au potentiel V.

La formule $M = CV$ fournit plusieurs autres expressions de l'énergie : $W = \frac{1}{2} MV = \frac{1}{2}\frac{M^2}{C} = \frac{1}{2} CV^2$. Appliquons, comme exemple, ces formules pour calculer l'énergie d'un condensateur. La capacité d'un condensateur étant, comme on le sait, égale à $\frac{S}{4\pi e}$, l'énergie est égale à $\frac{S}{8\pi e} V^2$. Ainsi, par la

seule connaissance du potentiel de la source qui a chargé le condensateur, on sait quel est le travail que pourra effectuer le nombre de calories, que pourra dégager la décharge d'un condensateur.

VIII. — La théorie du potentiel ne s'applique, comme vous l'avez vu, qu'à des états d'équilibre. C'est seulement lorsque l'électricité n'est plus en mouvement, mais en repos dans un conducteur, que le potentiel est constant et que les déductions mathématiques peuvent suivre leur cours en toute rigueur. Les périodes variables, c'est-à-dire les instants pendant lesquels les charges s'établissent, donnent lieu à des théories beaucoup plus compliquées et qui ne sont pas aujourd'hui même à l'abri de toute objection. Quoi qu'il en soit, il est évident que, pendant ces périodes variables, il y a *courant*. On peut donc dire que, chaque fois que l'on mettra en communication deux corps à des potentiels différents, un courant électrique s'établira entre eux jusqu'à ce que le potentiel se soit égalisé et ait pris la même valeur dans les deux corps. Ce n'est pas autre chose qu'un système de vases communiquants. Il y a courant chaque fois que les niveaux de l'eau ne sont pas les mêmes dans les deux vases.

Ainsi, pour produire un courant, il faudra maintenir constamment une différence de niveau entre deux réservoirs extrêmes; il faudra donc prendre de l'eau dans le récipient qui se remplit et la reporter dans le réservoir qui se vide. Le travail que cette manœuvre exige est justement l'équivalent du travail qu'effectue le courant sous forme de chaleur, d'électrolyse ou de mouvement électromagnétique.

Dans les piles électriques, les choses ne se passent guère autrement. On met en présence deux métaux dont les potentiels sont différents, et l'action chimique ne semble avoir pour effet que de maintenir constante cette différence de potentiel qui donne alors naissance à un courant dans un circuit extérieur.

Cette différence a reçu le nom de force électromotrice, car c'est elle qui détermine la séparation des deux fluides qui composent le fluide neutre. Le siège de cette force est encore un secret pour les savants; suivant les idées de Volta, ce siège serait à la jonction des deux métaux hétérogènes ; suivant d'autres physiciens, de jour en jour moins nombreux, cette force prendrait naissance à la surface de séparation des liquides et des métaux. Je ne puis discuter ici toutes ces opinions, je me borne à renvoyer ceux d'entre vous que la question intéresse à une étude que M. Pellat a publiée sur ce sujet tout récemment dans la *Revue scientifique* (1).

Ce qui caractérise un courant, c'est son débit et le potentiel de sa source, autrement dit la *quantité* et la *tension* du courant. La tension ou le potentiel de la source dépend uniquement de la nature des substances qui composent la pile, la quantité ou le débit dépend de la résistance électrique du circuit total. Mais, avec plusieurs éléments de pile, il est possible d'obtenir dans un même circuit extérieur un courant d'une tension ou d'un débit plus ou moins considérable ; il faut seulement pour cela les associer les uns aux autres de façons particulières. L'exemple suivant me fera comprendre, si vous vous rappelez qu'une tension ou une différence de potentiel peut se comparer à une différence de niveau.

Vous avez tous vu, dans les chantiers de construction, des ouvriers superposés les uns aux autres le long d'une échelle. Ces ouvriers font la chaîne pour transporter les briques du sol au faîte de la bâtisse. Le premier manœuvre prend une brique, la soulève par-dessus sa tête et la passe à son voisin ; celui-ci fait de même; le suivant fait encore de même... jusqu'à ce que la brique soit arrivée à destination. En élevant ainsi la brique, on n'augmente certainement pas sa masse, mais on augmente son énergie, puisque celle qu'elle pourra dépenser en retombant à terre est proportionnelle à sa hauteur de chute. C'est ainsi que des éléments de pile réunis par leurs pôles de noms contraires donnent un courant dont la tension est proportionnelle à leur nombre. La même masse électrique se transmet d'un élément à l'autre, de sorte que l'on pourrait dire, en assimilant la tension à une différence de niveau, que les piles ainsi accouplées accroissent la différence de niveau d'une quantité déterminée d'électricité.

En associant, au contraire, tous les éléments par leurs pôles de même nom, la tension du courant ne subit aucune modification; mais ce sont les masses électriques qui s'ajoutent. Vous vous en rendrez compte à l'aide d'un nouvel exemple. Lorsqu'il s'agit d'enfoncer un pilotis, on dispose au-dessus de lui un système de moufles qui permet de soulever un énorme poids de fonte à quelques mètres de hauteur; puis ce poids est abandonné à l'action de la pesanteur et retombe sur le piquet à la façon d'un marteau sur un clou. Afin d'obtenir les plus grands effets possibles, le bloc de fonte est toujours choisi extrêmement lourd, et pour le manier un seul homme ne suffirait pas. Une dizaine d'hommes sont donc attelés chacun à l'un des brins d'une même corde, et tous font effort ensemble pour enlever le bloc. Ici le travail n'est pas augmenté par une différence de niveau, mais bien par un accroissement de masse. C'est ce que réalisent, en électricité, des éléments dont les pôles positifs et négatifs sont tous respectivement reliés entre eux.

IX. — En résumé, la considération du potentiel, vous l'avez vu, permet, en s'appuyant sur les seules lois de Coulomb, de démontrer que l'électricité se porte à la surface des corps, de déterminer et de discuter tous les problèmes qui ont trait à l'influence électrique, et d'arriver comme conséquences aux phénomènes de condensation. On est amené naturellement à la notion de capacité et ces capacités peuvent se calculer avec une grande rigueur dans une foule de cas trop complexes pour que l'expérimentation puisse s'y attaquer. Les phénomènes de passage, de mouvements électriques, sont alors les courants. Mais là se trouve une lacune, et la théorie du potentiel est impuissante, sans le secours d'une hypothèse nouvelle, à fournir les lois d'Ohm. Cette hypothèse est celle de Fourier pour la chaleur. A la vérité, cette hypothèse, vérifiée pour la chaleur qui se propage très lentement par rapport à l'électricité, peut bien ne pas s'appliquer avec le même degré de rigueur à l'électricité, et c'est là un point en discussion entre les physiciens. — Toujours est-il que cette

(1) Voir la *Revue* du 1er mai 1880.

rigueur est déjà assez satisfaisante puisqu'on a pu établir les lois d'Ohm et de Kirchoff à l'aide du potentiel et de l'hypothèse de Fourier.

Le potentiel a rencontré, comme toutes les innovations, comme tous les progrès, beaucoup d'ennemis ; mais je me hâte de dire que c'est parmi les gens qui ne savent pas ce que c'est que le potentiel. — Dans bien des cas, on emploie le mot *tension* pour exprimer une *différence de potentiel,* et dans bien de cas, cela est justifié, si l'on conserve au mot *tension* son ancienne signification; mais, dans beaucoup d'autres cas, cela prête à confusion et conduit à la plus inutile des guerres, à une guerre de mots. On désigne souvent par le mot de tension la force qui pousse l'électricité à s'échapper d'un conducteur; par exemple, dans un conducteur conique on sait que l'électricité s'échappe de préférence par la pointe, c'est une conséquence de la distribution, et on dit souvent que la tension de l'électricité est plus grande aux pointes que dans les autres parties du conducteur. Cela est vrai; mais, alors, cette tension n'est pas le potentiel, puisque le potentiel est constant en tous les points du corps. Voilà donc un exemple des confusions qu'il faut éviter, et, pour cela, il est préférable de ne pas abuser du mot *tension* puisqu'on en a un autre très bien défini à employer à sa place.

La tension dont je viens de parler est une force qui fait équilibre à la pression du milieu isolant qui environne le corps chargé; c'est par le mécanisme de cette force que s'opère la déperdition de la charge. On conçoit alors que, si la pression du milieu, isolant, de l'air est augmente, la déperdition de la charge sera plus faible, et cela est, en effet, vérifié par l'expérience. Mais, en suivant ce raisonnement, on pourrait penser qu'une charge ne pourrait se maintenir dans le vide, puisqu'aucune pression extérieure ne fait équilibre à la tension électrique. C'est pourtant tout le contraire qui a lieu, puisque, ainsi que vous le savez, l'électricité ne traverse pas le vide. Il y a donc là un mystère à éclaircir et quelque chose à trouver.

Il ne manque pas d'ailleurs de ces points d'interrogation en électricité, et bien souvent une théorie, comme celle que je viens de résumer devant vous, a l'avantage de bien préciser les points à approfondir. En dehors de ses autres mérites, ce n'en est pas un à dédaigner, puisqu'on dit qu'une question bien posée est déjà à moitié résolue.

ANTOINE BREGUET.

TRAVAUX PUBLICS

Les chemins de fer en Belgique.

Les chemins de fer de la Belgique, dont la longueur totale n'est actuellement que de 3740 kilomètres, sont exploités de façons très diverses. La plupart d'entre eux sont entre les mains de l'État et, au 1er janvier 1878, il n'y avait que 1500 kilomètres environ de chemins de fer belges qui fussent exploités par des compagnies.

Nous allons donc, après avoir, dans notre dernière étude (1), vu comment l'Angleterre considérait les chemins de fer comme des entreprises ayant un caractère absolument privé, — ce que fait aussi l'Amérique, — étudier d'autres systèmes d'une nature toute différente, formes de l'exploitation par l'État.

En Belgique, l'exploitation par l'État s'effectue par plusieurs procédés.

Il y a d'abord les lignes construites par l'État et exploitées par lui. C'est ainsi que fut fait le réseau défini par la loi du 1er mai 1834, réseau qui se composait de quatre lignes ayant Malines comme point central et allant à Anvers, à Liège et la frontière de Prusse, à Bruxelles et la frontière de France, à Gand, Bruges, Ostende et la mer du Nord. Depuis l'exécution de ces lignes, l'État a généralement préféré laisser l'industrie privée se charger de la construction des chemins de fer, et, sur les lignes qu'il exploite actuellement, il n'y en a guère que le tiers qu'il ait construites lui-même.

Ensuite viennent les lignes construites par des compagnies et rachetées par l'État. Nous allons faire brièvement l'histoire de ces lignes.

A partir de 1845 il se forma en Belgique un nombre relativement considérable de compagnies de chemins de fer qui se transformèrent peu à peu pour aboutir à constituer quatre grandes compagnies : le Nord belge, le Grand Central belge, la Société générale d'exploitation et la compagnie du Grand-Luxembourg. On sait comment la Société générale d'exploitation, représentée par la Société des Bassins houillers du Hainaut, sut, entre les mains de M. Philippart, arriver à faire aux lignes de l'État une rude concurrence et à être rachetée par lui, à la suite de la convention du 25 avril 1870; ses lignes avaient une longueur de 680 kilomètres. L'État les reprenait moyennant une annuité de 8 471 437 francs. Il reprenait aussi leur matériel d'exploitation à raison de 13 600 000 francs payables par annuités. C'était, en Belgique, la première opération sérieuse de rachat de chemins de fer par l'État, car nous ne pouvons guère compter que pour mémoire le rachat de la petite ligne de Mons à Manage, longue de 30 kilomètres seulement, rachat stipulé par une convention en date des 16 et 17 février 1857, par laquelle l'État devenait propriétaire de cette ligne moyennant une rente annuelle de 672 330 francs à payer jusqu'au terme de la concession. La compagnie qui vendait la ligne de Mons à Manage continua à l'exploiter, pour le compte de l'État, jusqu'au 1er août 1858, c'est-à-dire pendant un peu plus d'un an. Après cette date, l'État se chargea lui-même de l'exploitation.

En 1873, l'État voulut empêcher que la société anglaise, propriétaire du réseau du Grand-Luxembourg, long de 300 kilomètres, ne pût transmettre son droit de propriété à une société allemande et se décida à racheter ces lignes. La convention fut signée le 31 janvier 1873. Le rachat, daté du 1er janvier de la même année, imposait à l'État le remboursement à 550 francs, c'est-à-dire à 50 francs au-

(1) Voir la *Revue scientifique* du 14 août 1880.

dessus de leur valeur nominale, des actions ordinaires du Grand-Luxembourg. Jusqu'à la dernière année fixée pour l'amortissement des actions privilégiées et des obligations, l'État doit faire le service d'intérêt et d'amortissement de ces titres. Il a dépensé, dans cette opération de rachat, 51 965 537 francs pour le remboursement des actions ordinaires et verse, chaque année, 18 450 790 francs pour l'intérêt des actions privilégiées et des obligations et 1 925 625 fr. pour leur amortissement.

Le 1er mai 1876 eut lieu le rachat de la ligne de Dendre, Waës et Bruxelles vers Gand par Alost, longue de 101 kilomètres, moyennant le payement, jusqu'au terme de la concession de cette ligne, d'une annuité égale au produit moyen de cinq années choisies parmi les sept dernières comme ayant donné les plus forts bénéfices. Ces annuités étaient majorées de 15 pour 100 à titre de prime. La première annuité fut seule payée. On capitalisa les autres, pour une somme totale de 52 250 000 francs, en vertu d'une loi en date du 23 juin 1877. C'est en vertu de la même loi que la ligne de Pepinster à Spa, longue seulement de 12 kilomètres, fut rachetée en 1877, moyennant 6 727 000 francs.

Nous arrivons enfin aux lignes construites par des compagnies et exploitées par l'État, qui n'en est que locataire et paye aux compagnies une redevance annuelle. Au 1er janvier 1878, il n'y avait que 328 kilomètres qui fussent dans ce cas en Belgique.

Quant aux lignes construites par les compagnies et exploitées par elles, nous avons dit précédemment que leur longueur totale ne dépassait guère 1500 kilomètres.

Un inconvénient, qui apparaît très clairement lorsque l'on compare entre eux les bénéfices d'exploitation des divers chemins de fer de la Belgique, consiste dans la cherté de l'exploitation par l'État. Le rapport des dépenses aux recettes — ce qu'on appelle le *coefficient d'exploitation* — a été par exemple, en Belgique, pour l'année 1876, de 63,39 pour le réseau de l'État, de 59,93 pour les compagnies diverses et de 55,99 pour les lignes du Nord belge. Cette situation inférieure du réseau d'État tient d'abord à l'inaptitude complète de l'État pour tout ce qui est industrie ou commerce. Elle a aussi, en ce qui concerne la Belgique, une autre cause qui est le prix excessif auquel ont été payées, pour des causes que nous n'avons pas à étudier ici, une partie des lignes rachetées par l'État.

Il ne nous semble donc pas que la France ait à prendre exemple sur la Belgique pour le mode d'exploitation de ses chemins de fer. Il n'en est pas de même pour ce qui concerne les tarifs qui sont devenus en Belgique beaucoup moins élevés qu'en France, grâce à une série de réductions successives. En 1856, les tarifs des chemins de fer de l'État belge ont été abaissés de 28 pour 100 en moyenne, pour les marchandises. Lorsqu'au bout de neuf ans, en 1865, cette réforme eut amené un bénéfice net de 47 000 000 de francs, on alla encore plus loin. On venait, en 1864, d'adopter le principe de la proportionnalité des prix de transport des marchandises à la longueur des chemins parcourus; à partir du 1er mai 1866, on diminua également les tarifs des voyageurs en réduisant en même temps de 25 à 20 pour 100 la surtaxe des prix des trains express sur ceux des trains ordinaires. La diminution fut assez importante pour que, même après l'augmentation de 5 pour 100 qui vient d'être apportée aux tarifs des voyageurs, depuis le 1er janvier 1880, un voyageur de première classe ne paye que 7 fr. 60 pour un transport de 100 kilomètres, sur les lignes de l'État belge, tandis que le même parcours lui coûte, impôt compris, 12 fr. 30 sur notre ligne du Nord. On voit combien la différence est considérable. Les compagnies ont dû naturellement suivre l'exemple qu'on leur donnait et leurs taxes ne sont guère que de 5 pour 100 supérieures à celles des chemins de fer de l'État. Un certain nombre d'entre elles ont même adopté les tarifs de l'État, bien qu'elles n'y fussent pas obligées comme le sont celles dont la concession est postérieure à l'année 1866.

Gaston Sencier.

FACULTÉ DES SCIENCES DE PARIS

THÈSE POUR LE DOCTORAT

M. DEMARÇAY

Sur les acides tétrique et oxytétrique et leurs homologues.

La thèse de M. Demarçay renferme l'exposé de recherches absolument originales et destinées à prendre une place importante dans la science. Il ne s'agit plus ici d'un travail de quelques mois sur des déterminations de constantes physiques d'après des méthodes connues, et qui, tout en ayant leur utilité, ne révèlent aucune personnalité chez leurs auteurs. Les recherches de M. Demarçay, au contraire, poursuivies pendant plusieurs années, au milieu de nombreuses difficultés d'expérimentation, ont justement ce caractère de *personnalité* aussi rare dans les œuvres scientifiques que dans les productions artistiques; les faits découverts par M. Demarçay ne peuvent être prévus par aucune théorie, et les corps qu'il a isolés n'ont pas d'analogues. Jusqu'à présent, dans l'immense série des composés organiques, ils affectent, en effet, des allures toutes spéciales.

Ce sont de nouveaux dérivés de l'éther acétylacétique décrit par M. Genther, et si bien étudié par M. Wislicenus et ses élèves, que l'étude en paraissait épuisée.

On sait que l'éther acétylacétique, produit de l'action du sodium par l'éther acétique, est un corps de fonction complexe, présentant tout à la fois la réaction d'une acétone et d'un éther, ce que rappelle la formule détaillée :



$$CH^3\text{-}CO\text{-}CH^2\text{-}CO\text{-}(OC^2H^5).$$

Traité par le sodium, ce composé fournit un dérivé sodé par remplacement d'un atome d'hydrogène des groupes CH^2, et ce sodium lui-même peut être facilement remplacé par des radicaux alcooliques quelconques, de sorte qu'on obtient

une série de dérivés substitués de l'éther acétylacétique, dérivés qui peuvent être représentés par la formule générale



$$CH^3\text{-}CO\text{-}CHX\text{-}CO\,(OC^2H^5)$$

X étant un radical alcoolique quelconque.

Enfin ces dérivés substitués donnent avec le brome des produits de substitution mono ou dibromés. Ce sont ces corps bromés dont M. Demarçay a étudié les réactions et qui lui ont fourni des corps si intéressants.

Prenons le cas où le radical alcoolique substitué dans l'acide acétylacétique est du méthyle, le corps bromé sera



$$CH^3\text{-}CO\text{-}CB^2(CH^3)\text{-}CO\,(OC^2H^5).$$

Si, après avoir préparé ce corps, au lieu de le débarrasser de l'acide bromhydrique formé, on l'abandonne à lui-même, l'acide bromhydrique réagit sur la molécule et la décompose partiellement avec formation d'une acétone bromée et de bromure de méthyle.

Que l'on traite le mélange par la potasse alcoolique, l'acétone bromée $CH^3\text{-}CO\text{-}CHB^2(CH^3)$ sera décomposée avec production d'hydrogène qui réagira sur la molécule non attaquée pour fournir des composés secondaires (homologues de l'acide glycérique), tandis qu'elle-même fournira un nouveau corps, l'acide tétrique, $C^{12}H^{14}O^7$.

Ce corps se présente, après purification, sous la forme de prismes volumineux, d'un centimètre de côté. Il représente une fonction nouvelle, car ses réactions conduisent à le considérer comme renfermant un radical $C^4H^4O^2$, qui n'est autre que le succinyle, et à réduire la formule brute



$$C^{12}H^{14}O^7,$$

par les rapports $3C^4H^4O^2, H^2O$ qui en font un hydrate de succinyle comparable à l'hydrate silicique $3SiO^2, H^2O$.

L'existence du groupe $C^4H^4H^2$ dans l'acide tétrique a été démontrée par l'analyse des sels et la production d'un chlorure $C^4H^4Cl^2O$.

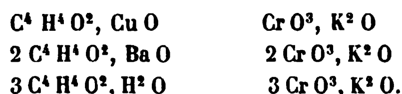
De nombreux sels ont été préparés, et l'on a obtenu un tétrate de cuivre $C^4H^4O^2, CuO$, un tétrate de baryte



$$2\,C^4H^4O^2, BaO,$$

et la plupart des autres renferment $5C^4H^4O^4, H^2O$.

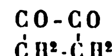
M. Demarçay fait remarquer que l'accumulation d'un radical organique $C^4H^4O^2$, pour donner des anhydro-sels, est comparable à la formation des chromates dans lesquels existe le radical CrO^3; il rapproche le tétrate de cuivre, le tétrate de baryum et l'hydrate d'acide tétrique des chromates de potassium, et établit le parallélisme des termes suivants :



$C^4H^4O^2, CuO$	CrO^3, K^2O
$2\,C^4H^4O^2, BaO$	$2\,CrO^3, K^2O$
$3\,C^4H^4O^2, H^2O$	$3\,CrO^3, K^2O.$

Cette hypothèse est confirmée par l'existence du chlorure tétrylique $C^4H^4Cl^2O$, obtenu dans l'action de perchlorure de phosphore sur l'acide tétrique; ce chlorure correspond normalement au radical $C^4H^4O^2$; il est vrai qu'on n'a pu prendre sa densité de vapeur, à cause de sa facile altérabilité; mais son point d'ébullition peu élevé (172°) montre qu'on ne peut supposer une formule multiple de $C^4H^4Cl^2O$.

Les considérations basées sur la doctrine de l'atomicité permettent d'établir pour le radical tétrique $C^4H^4O^2$, la formule de constitution



$$\begin{array}{c}CO\text{-}CO\\ |\quad\;\; |\\ CH^2\text{-}CH^2\end{array}$$

qui est celle du succinyle. Par conséquent, il faut regarder l'acide tétrique comme un hydrate polysuccinique. Malheureusement toutes les tentatives pour le convertir en acide succinique ont échoué. En effet, l'acide tétrique ne donne pas de réactions nettes et des dérivés se prêtant à l'étude ; avec les oxydants, il se convertit en acide acétique et acide carbonique; les agents réducteurs n'ont aucune action, malgré ce que les analogies auraient pu faire supposer.

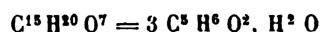
Le dédoublement le plus précis est celui que lui fait subir la potasse concentrée à 150°; et, en fixant de l'eau, il ne fournit que de l'acide formique et de l'acide propionique, nouvelle preuve à l'appui de l'existence du radical $C^4H^4O^2$.

Enfin il résiste à l'action de l'eau, de l'alcool à haute température; il fixe directement le brome avec production d'une huile jaunâtre qui se transforme spontanément en une matière noire et visqueuse.

Ces propriétés de l'acide tétrique montrent bien qu'il est un terme nouveau, présentant des réactions inattendues et spéciales. La cause en doit être cherchée dans sa constitution; chaque atome de carbone est fixé à deux autres atomes de carbone, le radical tétryle constitue une chaîne fermée; or, les divers corps à chaînes fermées ont des réactions qui leur sont propres, tels sont l'indigo, la benzine, etc.

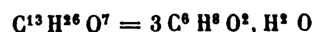
L'acide tétrique n'est pas un corps isolé dans la liste des composés organiques; M. Demarçay en a obtenu divers homologues à l'aide des dérivés substitués de l'éther acétylacétique.

Ce sont l'acide pentique



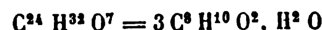
$$C^{15}H^{20}O^7 = 3\,C^5H^6O^2, H^2O$$

qui dérive de l'éther acétyléthylacétique, l'acide hexique



$$C^{13}H^{26}O^7 = 3\,C^6H^8O^2, H^2O$$

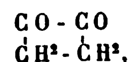
obtenu avec le dérivé propylique, l'acide isohexique, isomère qui renferme le radical isopropyle, enfin l'acide heptique



$$C^{24}H^{32}O^7 = 3\,C^8H^{10}O^2, H^2O$$

obtenu au moyen de l'éther acétylbutylacétique.

Ces acides sont constitués comme l'acide tétrique; ce sont des hydrates de radicaux homologues, du succinyle ou tétryle, celui-ci étant



$$\begin{array}{c}CO\text{-}CO\\ |\quad\;\; |\\ CH^2\text{-}CH^2,\end{array}$$

l'acide pentique renferme le radical pyrotartryle

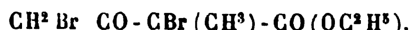


$$\begin{array}{c}CO\text{-}CO\\ |\quad\;\; |\\ CH^2\text{-}CH\,(CH^3)\end{array}$$

et aura des homologues.

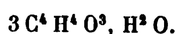
Ce n'est pas à cette seule série de corps que se borne la liste des composés décrits par M. Demarçay.

Les produits de substitution alcoolique de l'éther acétylacétique fournissent non seulement des dérivés monobromés, au moyen desquels on obtient la série tétrique, mais encore des dérivés dibromés; ainsi avec l'éther acétylméthylacétique on a le corps



$$CH^2Br\ CO-CBr(CH^3)-CO(OC^2H^5).$$

Ce dérivé bibromé, traité par la potasse alcoolique, se comporte comme le corps monobromé, avec cette différence qu'un des atomes de brome est remplacé par le groupe OH; il fournit alors l'acide oxytétrique $C^{12}H^{10}O^{10}$, qui est l'hydrate d'un radical $C^4H^4O^3$, *oxysuccinyle* ou *malyle*, de même que l'acide tétrique est un hydrate de succinyle; on peut donc écrire l'acide oxytétrique



$$3C^4H^4O^3, H^2O.$$

Le radical $C^4H^4O^3$ diffère du tétryle par substitution d'un oxyhydryle à un atome d'hydrogène; les relations sont les mêmes qu'entre l'acide malique et l'acide succinique.

L'acide oxytétrique, comme tous les corps décrits par M. Demarçay, est bien cristallisé; ses sels correspondent à l'hydrate $C^{12}H^{16}O^{10}$ et ont pour formule générale



$$3C^4H^4O^3, M^2O.$$

Il fournit plus de dérivés que l'acide tétrique; le perchlorure de phosphore le convertit en un chlorure, qui, sous l'influence des réactifs, donne de nouveaux composés : un éther liquide, une amide, un éther amidé, tous deux cristallisés; enfin par les agents réducteurs il se transforme en un composé très intéressant, l'acide hydroxytétrique, qui démontre l'existence, dans l'acide oxytétrique, d'un radical est C^4; car il renferme $C^4H^6O^3$.

Les homologues de l'acide oxytétrique sont tous bien définis; ce sont les acides oxypentique, oxyhexique, isoxyhexique et oxypeptique, dont les éthers, dérivés éthérés, amidés, hydrogénés, ont été obtenus à l'état de pureté.

Les nombreuses espèces chimiques découvertes par M. Demarçay constituent donc trois séries, la série tétrique, la série oxytétrique et la série hydroxytétrique, formées de termes absolument nouveaux par leurs propriétés et leur constitution.

E. G.

BULLETIN DES SOCIÉTÉS SAVANTES

Académie des sciences de Paris

SÉANCE DU 26 OCTOBRE 1880.

M. *L. Pasteur* fait une communication sur l'atténuation du virus du choléra des poules.

« Sans pouvoir rien affirmer présentement, dit M. Pasteur, sur les rapports des virus varioleux et vaccinal humains, il est sensible par les faits précédents que, dans le choléra des poules, il existe des états du virus qui, relativement au virus le plus virulent, font l'office du vaccin humain relativement au virus varioleux. Le virus vaccin proprement dit donne une maladie bénigne, la vaccine, qui préserve d'une maladie plus grave, la variole. Pareillement, le virus du choléra des poules présente des états de virulence atténuée qui donnent la maladie et non la mort, et dans de telles conditions que, après guérison, l'animal peut braver l'inoculation d'un virus très virulent. La différence est grande cependant, à certains égards, entre les deux ordres de faits, et il n'est pas inutile de remarquer que, sous le rapport des connaissances et des principes, l'avantage est du côté des études sur le choléra des poules : tandis qu'on discute encore sur les relations de la variole et de la vaccine, nous avons la certitude que le virus atténué du choléra dérive du virus très virulent propre à cette maladie, qu'on passe directement du premier de ces virus au second, en un mot, que leur nature fondamentale est la même.

« Le moment est venu de m'expliquer sur l'assertion capitale qui fait le fond de la plupart des propositions précédentes, à savoir qu'il existe des états variables de virulence dans le choléra des poules; étrange résultat assurément, quand on songe que le virus de cette affection est un organisme microscopique qu'on peut manier à l'état de pureté parfaite, comme on manie la levure de bière ou le mycoderme du vinaigre. Et pourtant, si l'on considère de sang-froid cette donnée mystérieuse de la virulence variable, on ne tarde pas à reconnaître qu'elle est probablement commune aux diverses espèces de ce groupe des maladies virulentes. Où donc est l'unicité dans l'un ou l'autre des fléaux qui composent ce groupe? Pour ne citer qu'un exemple, ne voit-on pas des épidémies de variole très graves à côté d'autres presque bénignes, sans que les différences puissent être attribuées à des conditions extérieures, de climat ou de constitution des individus atteints? Ne voit-on pas également les grandes contagions s'éteindre peu à peu pour reparaître plus tard et s'éteindre de nouveau?

« La notion de l'existence d'intensités variables d'un même virus n'est donc pas faite, à la rigueur, pour surprendre le médecin ou l'homme du monde, quoiqu'il y ait un immense intérêt à ce qu'elle soit scientifiquement établie. Dans le cas particulier qui nous occupe, le mystère apparaît surtout dans cette circonstance que, le virus étant un parasite microscopique, les variations dans sa virulence sont à la merci de l'observateur. C'est ce que je dois établir avec rigueur.

« Prenons pour point de départ le virus du choléra dans un état très virulent, le plus virulent possible, si l'on peut ainsi dire. Antérieurement, j'ai fait connaître un curieux moyen de l'obtenir avec cette propriété. Il consiste à aller recueillir le virus dans une poule qui vient de mourir, non de la maladie aiguë, mais de la maladie chronique. J'ai fait observer que le choléra se présente quelquefois sous cette dernière forme. Les cas en sont rares, quoiqu'il ne soit pas très difficile d'en rencontrer des exemples. Dans ces conditions, la poule, après avoir été très malade, maigrit de plus en plus et résiste à la mort pendant des semaines et des mois. Lorsqu'elle périt, ce qui a lieu peu de temps après que le parasite, localisé jusque-là dans certains organes, a passé dans le sang et s'y cultive, on observe que, quelle qu'ait été la virulence originelle du virus au moment de l'inoculation, celui qu'on extrait du sang de l'animal qui a mis un si long temps à mourir est d'une virulence considérable, qui tue ordinairement dix fois sur dix, vingt fois sur vingt.

« Cela posé, faisons des cultures successives de ce virus, à

l'état de pureté, dans du bouillon de muscles de poule, en prenant chaque fois la semence d'une culture dans la culture précédente, et essayons la virulence de ces cultures diverses. L'observation démontre que cette virulence ne change pas d'une manière sensible. En d'autres termes, si nous convenons que deux virulences sont identiques lorsque, en opérant dans les mêmes conditions sur un même nombre d'animaux de même espèce, la proportion de la mortalité est la même dans le même temps, nous constaterons que pour nos cultures successives la virulence est la même.

« Une importante question se présente encore, celle de la cause de la diminution de la virulence.

« Les cultures du parasite se font nécessairement au contact de l'air, parce que notre virus est un être aérobie et qu'à l'abri de l'air son développement n'est pas possible. Il est donc naturel de se demander tout d'abord si ce ne serait pas dans le contact de l'oxygène de l'air que réside l'influence affaiblissante de la propriété de virulence. Ne se pourrait-il pas que le petit organisme qui constitue le virus, restant abandonné en présence de l'oxygène de l'air pur, dans le milieu de culture où il vient de se multiplier, subit quelques modifications qui se montreraient permanentes quand on soustrairait l'organisme à l'influence modificatrice? On peut, il est vrai, se demander en outre si quelque principe de l'air atmosphérique, autre que l'oxygène, principe chimique ou fluide, n'interviendrait pas dans l'accomplissement du phénomène, dont l'incomparable étrangeté autorise toutes les suppositions.

« Il est aisé de comprendre que la solution de ce problème, au cas où elle relèverait de notre première hypothèse, celle d'une influence de l'oxygène de l'air, est assez facilement accessible à l'expérience : si l'oxygène de l'air, en effet, est l'agent modificateur de la virulence, nous pourrons vraisemblablement en avoir la preuve par les effets de la suppression de sa présence.

« A cette fin, pratiquons nos cultures de la manière suivante. Une quantité convenable de bouillon de poule étant ensemencée par notre virus très virulent, remplissons-en des tubes de verre aux deux tiers, aux trois quarts, etc., de leur volume; puis fermons ces tubes à la lampe d'émailleur. A la faveur de la petite quantité d'air restée dans le tube, le développement du virus va commencer, circonstance qui se traduit pour l'œil par un trouble croissant du liquide; le progrès de la culture fait peu à peu disparaître tout l'oxygène contenu dans le tube. Alors le trouble tombe, le virus se dépose sur les parois et le liquide de culture s'éclaircit. Il faut deux ou trois jours pour que cet effet se produise. Le petit organisme est désormais à l'abri du contact de l'oxygène et il restera dans cet état aussi longtemps que le tube ne sera pas ouvert. Que va-t-il advenir cette fois de sa virulence? Parlons seulement des cultures en tubes fermés, à l'abri de l'air. Ouvrons-les, l'un, après un intervalle d'un mois, et après avoir fait une culture par ensemencement d'une portion de son contenu, essayons-en la virulence; l'autre, après un intervalle de deux mois, et ainsi de suite pour un troisième, un quatrième, etc., tube, après des intervalles de trois à dix mois. C'est là que je me suis arrêté pour le moment. Il est remarquable, l'expérience le prouve, que les virulences sont toujours semblables à celle du début, à celle du virus qui a servi à préparer les tubes fermés. Quant aux cultures exposées à l'air, on les trouve mortes ou en possession des plus faibles virulences.

« La question qui nous occupe est donc résolue : c'est l'oxygène de l'air qui affaiblit et éteint la virulence.

« Vraisemblablement, il y a ici plus qu'un fait isolé : nous devons être en possession d'un principe. On doit espérer qu'une action inhérente à l'oxygène atmosphérique, force naturelle partout présente, se montrera efficace sur les autres virus. C'est, dans tous les cas, une circonstance digne d'intérêt que la grande généralité possible de cette méthode d'atténuation de la virulence, qui emprunte sa vertu à une influence d'ordre cosmique en quelque sorte. Ne peut-on pas présumer dès aujourd'hui que c'est à cette influence qu'il faut attribuer, dans le présent comme dans le passé, la limitation des grandes épidémies? »

— M. *A. Chauveau* s'est demandé ce que devient la bactéridie charbonneuse chez les sujets qui résistent à son influence destructive. Quelles modifications subit cet agent dans ses caractères zoologiques et physiologiques, dans ses propriétés infectantes? En un mot, quelle est l'action de l'organisme doué de l'immunité sur le microbe spécifique du sang de rate? Deux sortes d'expériences ont été consacrées à l'étude de ces questions. Dans les unes, on a agi sur des animaux dont la résistance naturelle, renforcée par un certain nombre d'inoculations préventives, avait été ainsi élevée à un point plus ou moins rapproché du maximum, et l'on a injecté dans les veines une notable quantité de sang charbonneux frais, riche en bâtonnets. On a réalisé de cette manière des conditions de lutte entre un organisme ultra-réfractaire et un nombre prodigieux d'agents infectants. Dans les autres expériences, on a pris, au contraire, des animaux qui n'avaient subi aucune préparation, et l'on a cherché à les infecter, avec un très petit nombre d'agents charbonneux, par les procédés ordinaires de l'inoculation sous-épidermique ou sous-dermique. C'est aux premières expériences que cette note est consacrée.

En résumé, voici ce qui arrive aux bactéridies charbonneuses introduites par transfusion du sang dans l'organisme des sujets réfractaires au sang de rate, quand la résistance de cet organisme est considérable et renforcée encore par de bonnes inoculations préventives :

1° Les bâtonnets introduits dans l'appareil circulatoire ne tardent pas à disparaître du sang; quelques heures après la transfusion, il n'est plus possible d'en trouver. Après la mort, la recherche des bactéridies dans le sang est également infructueuse. Cependant, dans le cas de mort rapide, les caillots du cœur peuvent en contenir quelques-unes douées de leur activité infectieuse.

2° Si les bâtonnets disparaissent du sang, ce n'est pas parce qu'ils s'y détruisent; ils sont arrêtés d'abord dans le réseau capillaire des poumons, puis dans celui de quelques autres organes parenchymateux, où ils sont entraînés par le torrent de la circulation générale. On retrouve très facilement ces microbes dans le poumon et la rate, quand l'empoisonnement déterminé par la transfusion du sang charbonneux est rapidement mortel; comme ceux des caillots du cœur, ils jouissent encore alors de leur vitalité et peuvent être inoculés avec succès.

3° Quand l'animal survit plus de trois jours à cet empoisonnement, les bactéridies disparaissent alors du poumon et de la rate, comme elles ont disparu du sang, et les sujets d'expériences peuvent recouvrer la santé.

4° Ainsi, non seulement il ne se fait aucune prolifération bactéridienne dans les milieux d'élection, la pulpe splénique,

le sang; mais les bactéridies introduites par milliards dans ces milieux ne tardent pas à y être détruites, après avoir passé probablement par une série de phases d'activité infectieuse graduellement décroissante.

5° L'inaptitude de l'organisme à l'entretien de la vie bactéridienne n'est cependant pas complète; une région au moins fait exception : c'est la surface de l'encéphale. Les bactéridies entraînées et accumulées dans le réseau de la pie-mère peuvent y vivre et s'y développer, en produisant une inflammation mortelle. Mais le développement s'opère avec des caractères tout particuliers, élongation et inflexion des bâtonnets, apparition de spores : caractères qui tendent à se rapprocher de ceux de la prolifération bactéridienne dans les cultures artificielles, ou, *après la mort,* sous certaines conditions de température et de milieu, dans les organes et le sang des sujets qui succombent au vrai sang de rate. Ce sont des caractères qui ne s'observent jamais *pendant la vie* sur ces derniers animaux; la multiplication des bactéridies se fait toujours alors par scission en courts bâtonnets.

6° L'activité infectieuse de ces bactéridies de la pie-mère est considérable, et contraste avec la stérilité du sang des autres parties du corps. Nonobstant, d'après ce qui précède, on ne peut pas considérer comme absolument parfaite cette singulière réceptivité locale conservée dans un organisme doué de l'immunité générale.

— M. *Appell :* Sur les équations différentielles linéaires.

— M. le *Secrétaire perpétuel* signale à l'Académie la souscription ouverte pour l'érection d'un monument à la mémoire de *Spallanzani* dans sa ville natale.

— M. *G. Dillner :* Sur la classe des équations différentielles linéaires de divers ordres, à coefficients rationnels, dont la solution dépend de la quadrature d'un produit algébrique qui ne contient d'autre irrationalité que la racine carrée d'un polynôme entier et rationnel.

— M. *Draper* annonce à l'Académie qu'il a réussi à faire la photographie de la partie brillante de la nébuleuse d'Orion. La durée d'exposition a été de cinquante minutes. Les photographies montrent très distinctement l'apparence pommelée (*mottled*) de la région près du Trapèze et peuvent servir à mettre en évidence tout changement futur de cette partie de la nébuleuse.

— M. *P. Germain* expose une application du sélénium à la construction d'un régulateur photo-électrique de la chaleur pour la cuisson des vitraux peints.

— M. *J. Salleron,* à propos des dernières communications de MM. Crafts et Pernet, relatives aux modifications que subissent les thermomètres quand ils sont longtemps chauffés, signale à l'Académie divers faits analogues, qui faciliteront peut-être l'explication de ces singuliers phénomènes.

Les industriels lui rapportent souvent des thermomètres exactement construits et dont les indications sont faussées de 8° à 10° et même davantage. Ce sont généralement les fabricants d'encre d'imprimerie, qui chauffent les huiles à 270° pendant plusieurs jours, pour les rendre siccatives; les fabricants de glycérine, les rectificateurs de benzine, etc. Mais le verre n'est pas modifié seulement quand il est chauffé à 300°; il subit de véritables déformations à des températures beaucoup plus basses. En voici un exemple : les aréomètres employés dans les sucreries qui traitent les mélasses par l'osmose sont immergés pendant plusieurs jours consécutifs dans les osmogènes, au sein d'un liquide chauffé à 95°, dont la densité est 1014 (2° B.) et qui contient : sucre, 115 grammes; cendres, 91 grammes; total, 206 grammes par litre. Ces cendres se composent de chlorure de potassium, 20; sels organiques de potasse, 80; total, 100.

Après quelques jours d'immersion dans ce liquide, les aréomètres sont complètement modifiés; leur poids a diminué, ce qui n'est pas surprenant : il en est qui perdent $0^{gr},5$ à $0^{gr},6$ dans l'espace de huit jours et accusent des erreurs en plus de 7° à 8° B. Outre cette corrosion, le verre subit une véritable déformation, qui semble due à un commencement de ramollissement. Enfin, après peu de jours, les flotteurs en verre se fendent et se brisent seuls, accusant ainsi un violent travail intérieur.

Il semble donc démontré que, dans certaines conditions ou du moins dans certains milieux, une température inférieure à 100° suffit pour ramollir le verre et lui faire subir des modifications moléculaires importantes. Peut-être cette constatation facilitera-t-elle l'explication des déplacements thermométriques; mais en tout cas elle ajoute une grande valeur aux objections qui ont été élevées contre l'assimilation des aréomètres aux instruments, poids et mesures légaux, vérifiés et poinçonnés par le gouvernement.

— M. *A. Pauchon* a recherché l'influence de la lumière sur la germination.

Il a pris pour base les variations d'un acte physiologique qui mesure d'une manière précise l'activité germinative de l'embryon végétal, tant qu'il est dépourvu de chlorophylle, c'est-à-dire les variations de la fonction respiratoire.

Dans une première série d'expériences faites à la lumière diffuse et à l'obscurité, il a mesuré, par la méthode volumétrique et à l'aide d'appareils spéciaux, les quantités d'oxygène absorbé pendant la germination par des lots de graines identiques, d'égal nombre et d'égal poids, et a été conduit aux résultats suivants :

1° La lumière accélère d'une manière constante l'absorption de l'oxygène par les semences en germination. Cet avantage en faveur de la lumière varie du quart au tiers de la quantité d'oxygène absorbé par le lot maintenu à l'obscurité. Ce fait se dégage très nettement d'un certain nombre d'expériences où il y a eu de part et d'autre unanimité de germination.

2° Il existe un rapport entre le degré de l'éclairement et la quantité d'oxygène absorbé. Ainsi cette influence se manifeste très activement quand le ciel est très pur et que la radiation solaire nous parvient avec son maximum d'énergie.

3° L'accélération respiratoire exercée sur les graines éclairées pendant le jour persiste à l'obscurité pendant plusieurs heures : il semble qu'une partie de l'énergie lumineuse absorbée par la graine pendant le jour est emmagasinée par elle et dépensée pendant la nuit.

4° Les différences entre les quantités d'oxygène absorbé à la lumière et à l'obscurité ont été plus considérables pour les expériences faites en hiver que pour celles qui ont été effectuées en été : l'influence accélératrice exercée par la lumière sur la respiration serait donc plus intense aux basses températures, et s'atténuerait aux températures élevées, fait qui serait tout à fait conforme aux nécessités physiologiques.

SÉANCE DU 2 NOVEMBRE 1880.

M. *Pasteur* rappelle que la maladie désignée vulgairement sous les noms de *charbon, sang de rate, pustule maligne,*

est si anciennement connue, que certains auteurs sont portés à croire que ce fut une des dix plaies d'Égypte, sous les Pharaons. Néanmoins, c'est seulement dans le cours de ces derniers mois qu'il put en établir sûrement l'étiologie. Cette connaissance a fait surgir aussitôt dans l'esprit de tous, comme par une déduction obligée des faits nouveaux, un ensemble de mesures prophylactiques dont l'application aussi simple qu'efficace peut faire disparaître le fléau dans un nombre d'années très restreint. Ce ne serait pas la première fois qu'une maladie se trouverait facilement combattue (on peut citer l'exemple de la gale) à la suite de la découverte de sa véritable nature.

M. Pasteur cite le cas d'un troupeau de 900 moutons, dont 400 moururent pour avoir été couchés dans leur étable sur de la terre apportée d'un endroit où les bêtes étaient enfouies depuis fort longtemps.

Leur propriétaire, M. de Seebach, ministre de Saxe à Paris, raconte en outre le fait suivant :

« Le coin du champ où cet incident était arrivé m'est resté clairement dans la mémoire. Un de mes champs fut ensemencé une année avec du blé, et l'année suivante avec du trèfle. A la place où deux moutons galeux avaient été enfouis, le trèfle vint avec profusion et à une hauteur extraordinaire. Un jour je m'aperçus que ce trèfle avait disparu et je ne doutai pas qu'il n'eût été volé.

« Le lendemain matin, une femme vint en pleurant à la ferme me dire que sa chèvre était crevée et que sa vache était très malade. Cette circonstance m'ouvrit les yeux, et je me rendis aussitôt dans son étable, où je constatai que la vache avait la maladie de la rate la plus prononcée. Le cadavre de la chèvre me fut apporté, et je constatai également la même maladie. La femme m'avoua qu'elle avait pris le trèfle justement à la place qui m'était restée dans la mémoire, et qu'elle en avait nourri ses deux bêtes. Il y avait près de deux ans que les moutons avaient été enfouis, et le trèfle qui avait poussé à cette place avait répandu les germes de la maladie.

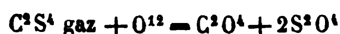
« J'ordonnai aussitôt que tous les cadavres fussent apportés à un endroit désigné par moi, que j'entourai d'un fossé de deux pieds et d'une barrière.

« Depuis 1854 toutes les bêtes crevées sont enfouies à cette place, et il ne me reste plus qu'à indiquer les résultats de cette précaution :

« De 1849 à 1854 je perdis 15 à 20 pour 100 par an ;
« De 1854 à 1858 7 pour 100 ;
« De 1860 à 1864 5 pour 100 ;
« En 1863.......... 3 pour 100. »

Dans la Beauce, ajoute M. Pasteur, on a remarqué depuis longtemps que la mortalité se déclare surtout après qu'on a commencé le parcage des troupeaux sur les chaumes. Deux circonstances contribuent, dans ces conditions, à une exagération de la mortalité relativement à ce qu'elle est à l'étable. Sur les chaumes, les occasions de blessures sont plus fréquentes et les moutons sont à tout moment exposés à rencontrer les sources mêmes des germes de charbon sur les points où, dans les années antérieures, ont été enfouis des cadavres charbonneux.

—M. *Berthelot,* en étudiant la chaleur de formation du sulfure de carbone, a trouvé, en opérant sur des poids connus de matière contenus dans une ampoule, que,



$$C^2S^4 \text{ gaz} + O^{12} = C^2O^4 + 2S^2O^4$$

dégage : à volume constant, $+ 252^{cal},8$ à pression constante ; $+ 253^{cal},3$. Cette combustion, faite dans sa bombe calorimétrique en platine, a donné lieu à des doses considérables d'acide sulfurique anhydre, représentant du tiers au sixième du soufre total.

Le sulfure de carbone est donc formé avec absorption de chaleur depuis ses éléments solides ; mais il est probable qu'il y aurait dégagement de chaleur depuis le soufre et le carbone gazeux.

M. Berthelot a entrepris de mesurer la chaleur de formation que les hydracides engendrent par leur combinaison avec les carbures d'hydrogène et avec les alcools. Il s'est attaché aux trois éthers méthylliques dérivés des acides chlorhydrique, bromhydrique, iodhydrique et aux trois éthers éthyliques correspondants : ce qui fournit les éléments d'une comparaison méthodique entre les deux premières séries organiques.

Des détonations ont été exécutées sur un mélange d'éther méthylchlorhydrique et d'oxygène (ce dernier en léger excès) au sein d'une bombe calorimétrique en platine doublé d'acier, à vis-robinet de platine, instrument qui n'est attaqué ni par le chlore, ni par le brome, ni par les hydracides. Dans les expériences actuelles, on plaçait à l'avance dans la bombe une ampoule scellée contenant de 3 à 4 grammes d'eau et destinée à absorber le gaz chlorhydrique.

On a trouvé les chaleurs de combustion suivantes, rapportées à $50^{gr},5$ d'éther gazeux et à la réaction :



$$C^2H^3Cl + O^6 = C^2O^4 + HCl \text{ gaz} + H^2O^2 \text{ liquide :}$$

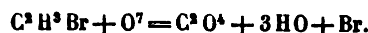
en présence de l'eau $172^c,9$.

D'où l'on déduit :



$$C^2 \text{ (diamant)} + H^3 + Cl = C^2H^3Cl \text{ gaz dégage} + 28^{cal}, 5$$

La combustion de l'éther méthylbromhydrique produit un volume égal d'acide carbonique en absorbant sensiblement 7 équivalents d'oxygène :



$$C^2H^3Br + O^7 = C^2O^4 + 3HO + Br.$$

On a trouvé, à volume constant, et en tenant compte de la vapeur d'eau : d'après le poids initial de l'éther, $181^c,5$, et d'après le poids final de CO^2, $179^c,3$.

La moyenne des deux séries est de 180,4 à volume constant. On en tire :

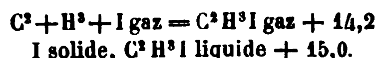


$$C^2 \text{ (diamant)} + H^3 + Br \text{ gaz} = C^2H^3Br \text{ gaz dégage} + 17,1.$$

La combustion de l'éther méthyliodhydrique C^2H^3I a lieu nettement d'après l'équation $C^2H^3I + O^7 = C^2O^4 + 3HO + I$.

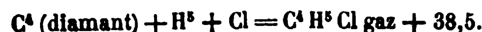
On a trouvé, à volume constant, l'éther étant gazeux : d'après le poids initial de l'éther, $187^c,8$, et d'après le poids final de CO^2, 187,5.

La moyenne générale 187,65 devient + 188,7 à volume constant. Ce chiffre, rapporté à l'iode gazeux, se réduit à + 183,3, d'où l'on tire :



$$C^2 + H^3 + I \text{ gaz} = C^2H^3I \text{ gaz} + 14,2$$
$$I \text{ solide, } C^2H^3I \text{ liquide} + 15,0.$$

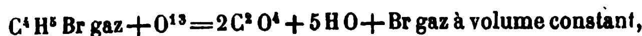
Pour l'éther éthylchlorhydrique, il a été trouvé :



$$C^4 \text{ (diamant)} + H^5 + Cl = C^4H^5Cl \text{ gaz} + 38,5.$$

La détonation de l'éther éthylbromhydrique développe, à la fin, du brome, produit dominant et de l'acide bromhydrique, qui peut s'élever jusqu'à 40 centièmes de la quantité théo-

rique. Tous calculs faits, voici les résultats obtenus pour la réaction



C^4H^5Br gaz $+ O^{13} = 2C^2O^4 + 5HO +$ Br gaz à volume constant,

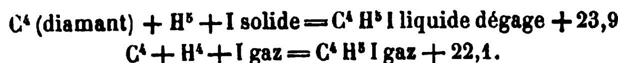
d'après le poids initial de l'éther, $327^c,9$, et d'après le poids final de CO^2, 328,9.

La moyenne des deux séries est 328,4, soit 329,5 à pression constante.



C^4 (diamant) $+ H^5 +$ Br gaz $= C^4H^5Br$ gaz $+ 310$,
Br liquide, C^4H^5Br liquide $+ 33,7$.

La chaleur de formation de l'éther iodhydrique a fourni



C^4 (diamant) $+ H^5 +$ I solide $= C^4H^5I$ liquide dégage $+ 23,9$
$C^4 + H^4 +$ I gaz $= C^4H^5I$ gaz $+ 22,1$.

— M. *Faye* communique une note sur les orages volcaniques. (Voyez ci-dessus page 433.)

— M. *Janssen,* à propos de la communication que M. Draper a faite dans la dernière séance (voir page 452), souhaite que des photographies stellaires soient entreprises par le plus grand nombre possible d'observatoires. Il se met en mesure de préparer à Meudon les éléments d'un travail de ce genre.

— M. *Valery-Mayet* pense que l'état hygrométrique de l'air, en moyenne trop sec chez nous, est le grand obstacle à la production de l'œuf d'hiver du phylloxera. Dès que les vents de mer, qui soufflent toujours en automne, nous ramènent aux conditions du climat de l'ouest, nous en voyons se produire.

— M. *O. Callandreau.* Éléments de l'orbite de la nouvelle planète [217], découverte par M. Coggia.

— M. *E. West.* Sur la résolution des équations algébriques; examen de la méthode de Lagrange.

— M. *Göran Dillner.* Sur les équations différentielles linéaires à des coefficients rationnels dont la solution dépend de la quadrature d'une fonction rationnelle de la variable indépendante et d'un produit algébrique irrationnel.

— M. *E. Picard.* Sur une propriété des fonctions uniformes d'une variable liées par une relation algébrique.

— M. *Janssen* réclame pour M. Graham Bell la priorité de l'idée qui consiste à employer le photophone à la reproduction des bruits qui doivent nécessairement se produire à la surface du soleil en raison des variations dans l'aspect de ses granulations.

— M. *J.-A. Pabst* a pensé que la mannite dérivait d'un hydrocarbure à chaîne latérale. Il a pu confirmer cette hypothèse et obtenir avec la mannite un acide tribasique.

Étant donné que la mannite donne par oxydation un acide tribasique, et par conséquent qu'elle possède une chaîne latérale, on peut se demander de quel hydrure d'hexyle elle dérive. Nous savons par les travaux de M. G. Bouchardat que ce carbure bout à 58°-62°; ce ne pourrait être que l'éthylisobutyle ou le diisopropyle, mais ce dernier ne peut fournir d'acétone : il est donc probable que la mannite dérive de l'éthylisobutyle.

— M. *Duclaux* rappelle que les modifications de propriétés et de goût qui amènent la maturation des fromages ne sont pas des phénomènes spontanés : elles s'accomplissent sous l'action d'un certain nombre de ferments qui ont pour caractère de s'attaquer à peu près exclusivement aux matières albuminoïdes.

Ces êtres sont encore peu connus. L'auteur a cru devoir les étudier individuellement, après les avoir isolés par les procédés culturaux que M. Pasteur a appris à mettre en œuvre.

Quelques traits généraux se dégagent de ces études ; je les résume brièvement.

Les ferments des matières albuminoïdes sont aérobies ou anaérobies, ou à la fois l'un et l'autre. Cultivés dans du lait, ils transforment la caséine en albumines solubles de constitution très voisine, sinon identique, et ne pourraient guère être distingués sous ce rapport. Mais ce que les aérobies font par une action lente et régulière, les anaérobies l'accomplissent en dégageant de l'acide carbonique et de l'hydrogène, dont une portion devient de l'hydrogène sulfuré ou même des *phosphures d'hydrogène.* Aussi la masse prend une odeur et une saveur putrides.

En outre des albumines solubles provenant de la caséine, on trouve dans les liquides où ont vécu ces ferments des produits divers : quelquefois des alcools, de l'acide oxalique avec les mucédinées, et avec les ferments des sels ammoniacaux à acides gras, du carbonate d'ammoniaque, de la leucine, de la tyrosine et d'autres amides cristallisables, parmi lesquelles on doit signaler l'urée.

Tous les êtres qui vivent dans le lait produisent, en proportions plus ou moins grandes et variables d'une espèce à l'autre, deux sortes de ferments solubles : une présure analogue à celle de l'estomac du veau, qui coagule la caséine et respecte ensuite presque absolument le caséum formé; puis une sorte de pepsine qui transforme la caséine du lait, coagulée ou non, en une sorte de peptone soluble dans l'eau.

C'est ce dernier ferment qui est le plus intéressant. Il transforme en quelques minutes le lait écrémé en un liquide transparent et homogène, de couleur moins foncée que le petit-lait; avec le lait normal, il y a en plus une couche de crème. Dans les deux cas, la caséine a disparu en tant que caséine, et l'on peut remarquer, à ce propos, que c'est surtout à elle et non pas seulement aux globules gras que le lait doit sa couleur blanche. La crème lui donne seulement de l'opacité.

A quoi est due cette transformation de la caséine en albumine? A un simple phénomène d'hydratation, sans aucun doute, si l'on se rapporte à toutes les actions connues des diastases. Ainsi se trouve confirmée, au moins pour la caséine, une idée émise il y a longtemps par M. Dumas au sujet des matières albuminoïdes en général, idée qui avait été abandonnée et avait été remplacée, pour la caséine, par des théories diverses dont aucune ne résiste à la constatation du simple fait qui vient d'être signalé.

— MM. *Arloing, Cornevin* et *Thomas* se sont demandés si les animaux qui résistent à l'inoculation intra-veineuse n'ont pas, *ipso facto,* acquis l'immunité, comme M. H. Bouley et M. Chauveau l'ont observé pour la péripneumonie contagieuse du bœuf. Afin de vérifier cette hypothèse, ils ont injecté le microbe dans les muscles des sujets qui l'avaient reçu en injection intra-veineuse cinq, huit, dix, quinze ou vingt jours auparavant. Or aucune de ces inoculations, faites jusqu'à présent sur trois veaux, cinq moutons et une chèvre, n'a engendré la tumeur charbonneuse. Le produit inoculé a provoqué la formation d'un abcès dans lequel le microbe conserve son activité.

Il est donc évident que l'introduction du microbe de la tumeur du charbon symptomatique dans le sang confère au

veau, au mouton et à la chèvre l'immunité contre les effets désastreux de l'inoculation intra-musculaire.

Une première injection a paru prémunir les animaux contre les effets passagers d'une injection ultérieure.

BIBLIOGRAPHIE

THE AMERICAN JOURNAL OF SCIENCE (juillet 1880). — *Elias Loomis:* Contributions à la météorologie. — *J.-D. Dana :* Relations géologiques des ceintures de pierres calcaires du comté de Westchester, New-York. — *S.-P. Langley :* Observations sur le mont Etna. — *C.-A. White :* Antiquités de certains types subordonnés de mollusques terrestres et d'eau courante. — *L. Waldo :* Description d'un nouveau micromètre. — *C.-H. Hall :* Méthode de Boltzman pour déterminer la vitesse de propagation d'un courant électrique. — *C.-U. Shephard :* Notices minéralogiques. — *O.-N. Rood :* Progrès accomplis dans la pompe Sprengel.

(Août 1880). — *O.-N. Rood :* Effets produits en mélangeant de la lumière blanche à la lumière colorée. — *J. Leconte :* Quelques phénomènes de vision binoculaire — *J.-M. Stillman :* Bernardinite, sa nature et son origine. — *J.-N. Stockwell :* Récentes recherches sur la théorie lunaire. — *J. Croll :* Vapeur aqueuse en relation avec la neige perpétuelle. — *R.-W. Mac Farland :* Périhélie et excentricité. — *G.-J. Brush* et *E.-S. Dana :* Danburite cristallisée de Russell, comté de Saint-Laurent, New-York. — *H. Draper :* Photographie du spectre de Jupiter. — *W. Huggins :* Spectre de la flamme de l'hydrogène. — *T.-C. Mendenhall :* Détermination de l'accélération due à la force de la gravité, à Tokio, Japon. — *J.-F. Whiteaves :* Nouvelles espèces de Pterichtys, alliées au Bothriolopis ornata. — *J.-L. Smith :* Nouveau minéral météorique (Peckhamite) et quelques faits additionnels relatifs à la chute des météorites à Iowa le 10 mai 1879. — *J. Trowbridge :* La terre considérée comme conducteur de l'électricité.

(Septembre 1880). — *C.-H. Hall :* Nouvelle action du magnétisme sur un courant électrique permanent. — *C.-H. Koyl :* Couleurs des dépôts minces du chalumeau. — *M.-M. Garver :* Caractère périodique de l'action nerveuse volontaire. — *James-D. Dana :* Relations géologiques des ceintures de pierres calcaires du comté de Westchester, New-York (suite). — *C.-D. Walcott :* Différents groupes paléozoïques et principalement les groupes permiens de la vallée de Kanab, Arizona. — *D.-P. Todd :* Rapport préliminaire sur une planète transneptunienne. — *O.-C. Marsh :* Mamelons jurassiques représentant deux ordres nouveaux.

(Octobre 1880). — *G.-J. Brush* et *E.-S. Dana :* Localité minérale à Branchville, Connecticut. — *R.-B. Warder* et *W.-P. Shipley :* Aimants flotteurs. — *W.-K. Brooks :* Homologie du siphon des céphalopodes et de leurs bras. — *E.-B. Wilson :* État primitif de quelques annélides polychètes. — *W.-K. Brooks :* Caractère rythmé du travail de segmentation. — *A. Agassiz :* Développements paléontologiques et embryologiques. — *D.-C. Pickering :* Nouvelle nébuleuse planétaire. — *A.-G. Bell :* Production et reproduction du son par la lumière. — *W.-E. Hidden :* Fer météorique de la Caroline du Nord. — *C.-S. Peirce :* Résultats d'expériences pendulaires.

CHRONIQUE

Faculté des sciences de Paris.

Les cours du premier semestre de la Faculté s'ouvriront le lundi 8 novembre 1880, à la Sorbonne.

Géométrie supérieure. — Les mercredis et vendredis, à dix heures et demie. — M. Chasles, professeur. M. Darboux, suppléant, ouvrira ce cours le mercredi 10 novembre. Il traitera des surfaces du quatrième ordre ayant des points multiples ou des lignes multiples et en particulier de la surface des ondes.

Calcul différentiel et calcul intégral. — Les lundis et jeudis, à huit heures et demie. — M. J.-A. Serret, professeur. M. Bouquet, professeur de la Faculté, suppléant, ouvrira ce cours le lundi 8 novembre. Il traitera du calcul différentiel et du calcul intégral.

Mécanique rationnelle. — M. Liouville, professeur. M. Tisserand, suppléant, ouvrira ce cours le mercredi 10 novembre. Il traitera de la composition des forces et des lois générales de l'équilibre et du mouvement.

Astronomie mathématique et mécanique céleste. — Les mardis et samedis, à dix heures et demie. — M. Puiseux, professeur, ouvrira ce cours le mardi 9 novembre. Il exposera la théorie des perturbations du mouvement des planètes; il traitera spécialement du calcul des inégalités à longues périodes.

Calcul des probabilités et physique mathématique. — Les lundis et jeudis, à dix heures et demie. — M. Briot, professeur, ouvrira ce cours le jeudi 11 novembre. Il traitera de la théorie des fonctions périodiques et de leur application à des questions de physique mathématique. Il traitera spécialement dans le second semestre de la théorie mécanique de la chaleur.

Mécanique physique et expérimentale. — Les mardis et samedis, à huit heures et demie. — M. Bouquet, professeur. M. Tannery, suppléant, ouvrira ce cours le mardi 9 novembre. Il traitera de la cinématique et de ses applications à la théorie des machines.

Physique. — Les mardis et samedis, à une heure et demie. — M. P. Desains, professeur, ouvrira ce cours le mardi 9 novembre. Il traitera de la chaleur, du magnétisme, de l'électricité, de l'électromagnétisme et de leurs principales applications.

Chimie. — Les lundis et jeudis, à une heure. — M. H. Sainte-Claire Deville, professeur, ouvrira ce cours le jeudi 11 novembre. Il exposera les lois générales de la chimie; il fera l'histoire des métalloïdes.

Zoologie, anatomie, physiologie comparée. — Les mardis et samedis, à trois heures et demie. — M. de Lacaze-Duthiers, professeur, ouvrira ce cours le mardi 9 novembre. Il traitera de la première partie du cours de zoologie, comprenant l'histoire des vertébrés.

Physiologie. — Les lundis et jeudis, à trois heures et demie. — M. Paul Bert, professeur. M. Dastre, suppléant, ouvrira ce cours le lundi 8 novembre. Il étudiera les phénomènes chimiques de la nutrition et la physiologie des organes des sens.

Minéralogie. — Les mercredis et vendredis, à une heure et demie. — M. Friedel, professeur, ouvrira ce cours le mercredi 10 novembre. Il étudiera les caractères généraux des minéraux et les principales espèces minérales.

COURS ANNEXE. — *Chimie biologique.* — Les mardis et jeudis, à deux heures et demie. — M. Duclaux, maître de conférences, ouvrira ce cours le mardi 9 novembre, dans l'amphithéâtre de mathématiques. Il étudiera les ferments solubles produits soit par les ferments figurés, soit par l'organisme.

CONFÉRENCES. — Les conférences commenceront le lundi 15 novembre. Les étudiants n'y sont admis qu'après s'être inscrits au secrétariat de la Faculté et sur la présentation de leur carte d'entrée.

Sciences mathématiques. — M. Lemonnier, répétiteur à l'École des hautes études, fera des conférences sur le calcul différentiel et intégral, les mercredis et samedis, à trois heures, dans l'amphithéâtre de mathématiques.

M. Goursat, chargé des fonctions de maître de conférences, fera des conférences sur la mécanique, les lundis et vendredis, à trois heures, dans l'amphithéâtre de mathématiques.

Sciences physiques. — M. Mouton, maître de conférences, fera des conférences de physique, les lundis, mercredis, jeudis et vendredis, à neuf heures, dans le laboratoire d'enseignement de physique.

M. Lippmann, maître de conférences, donnera des développements sur diverses questions de physique traitées au cours ou indiquées par M. le professeur Jamin; ces conférences auront lieu les mardis et samedis, à quatre heures, dans l'amphithéâtre de mathématiques.

M. Jannettaz, maître de conférences, fera des conférences sur la minéralogie, les mardis et samedis, à huit heures et demie, dans le laboratoire de minéralogie.

M. Joly, maître de conférences, fera des leçons de chimie analytique, les mardis et samedis, à dix heures et demie, au laboratoire de la rue Gerson, et des conférences sur des sujets indiqués par MM. les professeurs Sainte-Claire Deville et Troost.

M. Salet, maître de conférences, fera, les mercredis et vendredis, dans son laboratoire, à trois heures et demie, des conférences sur différents points de chimie indiqués par M. le professeur Wurtz.

M. Riban, maître de conférences, directeur adjoint du laboratoire de chimie : les travaux ont lieu tous les jours, de neuf heures à midi, et d'une heure à cinq heures. — Les manipulations pour la licence, les mercredis et jeudis, à neuf heures.

Sciences naturelles. — M. J. Chatin, maître de conférences, fera, les mercredis et vendredis, à dix heures, dans l'amphithéâtre de mathématiques, des conférences sur diverses parties de l'étude anato-

mique et physiologique des animaux, indiquées par M. le professeur Milne-Edwards.

M. Joliet, maître de conférences, fera, au laboratoire de zoologie expérimentale, les mardis, à huit heures du soir, et les mercredis et vendredis, à deux heures, des conférences sur les sujets indiqués par M. le professeur de Lacaze-Duthiers.

M. Velain, maître de conférences, fera, les lundis et jeudis, à une heure, au laboratoire de géologie, des conférences sur les diverses parties de la géologie. Les élèves seront exercés à la détermination des roches et des principaux fossiles caractéristiques des terrains.

Conservatoire national des arts et métiers.

Cours publics et gratuits de sciences appliquées aux arts, en 1880-1881.

Géométrie appliquée aux arts. — Les lundis et jeudis, à sept heures trois quarts du soir. — M. Laussedat, professeur, a ouvert son cours le jeudi 4 novembre. — Théorie des courbes employées dans le tracé et la construction des machines. — Étude géométrique des organes qui servent à la transformation des mouvements : engrenages; cames; excentriques; articulations; échappements; encliquetages; régulateurs, compteurs; instruments enregistreurs.

Géométrie descriptive. — Les lundis et jeudis, à neuf heures du soir. — M. de la Gournerie, professeur, a ouvert son cours le jeudi 4 novembre. — Explication détaillée des règles de la perspective linéaire et des tracés géométriques qu'elle exige. — Étude des effets de perspective. — Instruments de perspective. — Tableaux courbes. — Perspective des bas-reliefs. — Décoration théâtrale. — Perspectives rapides.

Mécanique appliquée aux arts. — Les lundis et jeudis, à sept heures trois quarts du soir. — M. Tresca, professeur, ouvrira son cours le lundi 15 novembre. — Principes généraux de la mécanique; leur démonstration expérimentale. — Instruments d'observations. — Application de ces principes aux différentes branches de la mécanique industrielle et à l'examen détaillé de quelques machines de récente construction.

Constructions civiles. — Les mercredis et samedis, à sept heures trois quarts du soir. — M. E. Trélat, professeur, a ouvert son cours le mercredi 3 novembre. — Dispositions propres à assurer la salubrité des édifices habités et des villes. — Conditions relatives au site, à l'air, à la température, à la lumière, à l'eau, à l'évacuation des gaz et des fumées, des déjections liquides et solides. — Applications : Les maisons d'habitation. — Les écoles. — Les casernes.

Physique appliquée aux arts. — Les mercredis et samedis, à neuf heures du soir. — M. E. Becquerel, professeur, ouvrira son cours le mercredi 10 novembre. — Propriétés générales de l'électricité. — Applications de l'électricité aux arts : piles voltaïques; lumière électrique; galvanoplastie; dorure; argenture; télégraphie; horlogerie électrique; appareils d'induction; machines magnéto-électriques. — Actions chimiques produites par la lumière; photographie.

Chimie générale dans ses rapports avec l'industrie. — Les lundis et jeudis, à neuf heures du soir. — M. E. Peligot, professeur, a ouvert son cours le jeudi 4 novembre. — Propriétés générales des métaux, des oxydes, sulfures, chlorures, etc. — Sels métalliques. — Histoire sommaire et extraction des métaux alcalins et des métaux usuels. — Fer. — Zinc. — Nickel. — Étain. — Plomb. — Bismuth. — Cuivre, etc. — Alliages employés dans l'industrie.

Chimie industrielle. — Les mardis et vendredis, à neuf heures du soir. — M. Aimé Girard, professeur, ouvrira son cours le mardi 9 novembre. — Utilisation des céréales : mouture, panification, pâtes, etc. — Amidons, fécules, dextrines et glucoses. — Industrie sucrière : progrès récents; sucres de betterave, de canne, d'érable, de sorgho, etc.; raffinage. — Papeterie, emploi des succédanés du chiffon : paille, sparte, bois, etc.

Chimie appliquée aux industries de la teinture, de la céramique et de la verrerie. — Les lundis et jeudis, à sept heures trois quarts du soir. — M. de Luynes, professeur, a ouvert son cours le jeudi 4 novembre. — Nomenclature des couleurs. — Lumières colorées. — Couleurs matérielles. — Mélange et contraste des couleurs. — Matières colorantes. — Composés aromatiques. — Leur rôle dans la préparation et la synthèse des matières colorantes organiques. — Blanchiment, apprêts. — Teinture. — Impression.

Chimie agricole et analyse chimique. — Les mercredis et samedis, à neuf heures du soir. — M. Boussingault, professeur, a ouvert son cours le mercredi 3 novembre. En cas d'empêchement, M. Boussingault sera remplacé par M. Schlœsing. — Nutrition des végétaux. — Origine et assimilation des éléments qui les constituent. — Analyse des gaz. — Analyse minérale appliquée à l'agriculture.

Agriculture. — Les mardis et vendredis, à sept heures trois quart du soir. — M. Moll, professeur. Une affiche spéciale indiquera l'ouverture de ce cours. — Étude des éléments qui constituent l'entreprise agricole : l'exploitant, cultivateur, agriculteur, agronome, propriétaire, régisseur, fermier, métayer, grande et petite culture. — La terre. — Sol productif et ses parties constituantes. — Classement. — La ferme. — Bâtiments. — Place relativement aux terres. — Morcellement et réunions territoriales. — Le capital : foncier, mobilier, fixé, circulant. — Quotité de ces divers capitaux.

Travaux agricoles et génie rural. — Les mercredis et samedis, à sept heures trois quarts du soir. — M. H. Mangon, professeur, a ouvert son cours le mercredi 3 novembre. — Hydrologie agricole. — Drainage. — Curages. — Dessèchements; polders; colmatages. — Irrigations; limonages. — Étangs; pisciculture.

Filature et tissage. — Les lundis et jeudis, à neuf heures du soir. — M. Joseph Imbs, chargé du cours, a ouvert son cours le jeudi 4 novembre. — Filature des filaments longs, lin, chanvre, jute, bourre de soie, etc. — Retordage et apprêts des fils. — Tissage : définitions et classements; éléments fondamentaux.

Économie politique et législation industrielle. — Les mardis et vendredis, à sept heures trois quarts du soir. — M. E. Levasseur, professeur, a ouvert son cours le vendredi 5 novembre. — Consommation des richesses. — Consommation reproductive et improductive. — Épargne. — Caisses d'épargne. — Emploi du capital. — Dépenses d'éducation. — Consommation personnelle : luxe. — Assurances. — Faillite. — Consommations de l'État : budget; impôts, douane. — Population : naissances, décès, mariages. — Accroissement de la population.

Cours annexe de droit commercial. — Les mercredis et samedis, à sept heures trois quarts du soir. — M. Malapert, chargé du cours, a ouvert son cours le mercredi 3 novembre. — Tribunaux de commerce : organisation; procédure; compétence. — Contrats commerciaux : ventes et achats; courtiers; agents de change; commissionnaires; louage d'industrie; entreprises de travaux; contrat de transport; sociétés; comptes courants; effets de commerce; assurances.

Économie industrielle et statistique. — Les mardis et vendredis, à neuf heures du soir. — M. J. Burat, professeur, a ouvert son cours le vendredi 5 novembre. — De la production. — Des agents qu'elle emploie : agents naturels, travail, capital. — Des principes et des lois économiques qui régissent les industries *agricole, manufacturière* et commerciale. — Distribution géographique de ces industries. — Voies de communication.

— Un nouveau journal. — Une nouvelle revue scientifique et industrielle, *le Génie civil*, fondée par un groupe d'ingénieurs et de manufacturiers importants, vient de paraître le 1er novembre.

Sur la liste du comité de rédaction, nous relevons les noms de savants distingués, membres de l'Institut, professeurs au Collège de France, à l'École centrale des arts et manufactures, d'anciens présidents de la Société des ingénieurs civils, etc.

Tout fait donc prévoir que ce nouvel organe de la science appliquée à l'industrie occupera, dès le début, un rang élevé parmi les publications similaires.

Les bureaux du *Génie civil* sont installés à Paris, 6, rue de la Chaussée-d'Antin.

— École centrale des arts et manufactures. — Voici la liste, par ordre de mérite, des cinquante premiers candidats nommés élèves à la suite du concours de 1880 :

1 Vinot-Préfontaine. — 2 Grangé. — 3 Gandillot. — 4 Gorel. — 5 Duplaix. — 6 Balaij. — 7 Nobécourt. — 8 Carlioz. — 9 Néel. — 10 Daly. — 11 Martin (Émile). — 12 Bouvier. — 13 Stéphany. — 14 Barbier. — 15 Zopff. — 16 Pautet. — 17 Poulet. — 18 Gendron. — 19 Gaupillat. — 20 Messier de Saint-James. — 21 Porion. — 22 Laurent (Jules). — 23 Favier. — 24 Lévêque. — 25 Thumereau. — 26 Vigreux. — 27 Prévost. — 28 Marchegay. — 29 Simon (Edgard). — 30 Picard. — 31 Gautié (Paul). — 32 Dobler. — 33 Laurent (Pierre). — 34 Manteau. — 35 Berger-Levrault. — 36 Boudin. — 37 Bonnal. — 38 Chateau. — 39 Rey. — 40 Doignon. — 41 Beau. — 42 Gilles (Alfred). — 43 Sulzer. — 44 Benouville. — 45 Godefroy. — 46 Charlon. — 47 Dujardin. — 48 Scherb. — 49 Fouchécour. — 50 Joanneton.

Le propriétaire-gérant : Germer Baillière.

PARIS. — Impr. J. CLAYE. — A. QUANTIN et Cie, rue St-Benoît. [1653]

LA

REVUE SCIENTIFIQUE

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

REVUE DES COURS SCIENTIFIQUES (2e SÉRIE)

DIRECTEURS : MM. ANTOINE BREGUET ET CHARLES RICHET

2e SÉRIE — 10e ANNÉE | NUMÉRO 20 | 13 NOVEMBRE 1880

Paris, le 12 novembre 1880.

Le 4 novembre dernier, s'est ouverte, à Paris, la conférence internationale pour la protection de la propriété industrielle.

Ce fut, en 1873, à l'Exposition universelle de Vienne que l'on émit pour la première fois l'idée de cette conférence. Cinq ans après, lors de l'Exposition de Paris, cette idée fut reprise avec ardeur; et sur la proposition d'un commissaire italien, M. Romanelli, une commission permanente fut instituée et chargée de poursuivre la réalisation officielle de ce qui n'avait pu être jusque-là qu'un objet de pure discussion. M. Teisserenc de Bort, ministre du commerce, accepta pour le gouvernement français la mission d'une honorable initiative, et il provoqua auprès des autres gouvernements la formation d'une conférence internationale.

Cette idée a fait un rapide chemin. Reprise et développée en 1878, à l'occasion de l'Exposition universelle de Paris, un congrès international de la propriété industrielle a été institué sous le patronage du gouvernement français. Plus de 500 adhérents ont répondu à l'appel du comité.

L'Allemagne, l'Espagne, les États-Unis d'Amérique, la Hongrie, l'Italie, le Luxembourg, la Russie, la Suède, la Norwège et la Suisse ont envoyé des délégués officiels.

Les sociétés savantes et industrielles de France et de l'étranger, des chambres de commerce, des conseils de prud'hommes se sont fait représenter.

L'empressement qu'ont mis à répondre à l'invitation de la France les divers États que nous venons d'énumérer démontre suffisamment l'importance des questions soumises aux délibérations de la conférence.

La recherche des moyens propres à garantir la propriété du travail sous toutes ses formes, sans nuire à la diffusion des progrès scientifiques, industriels et artistiques, est depuis longtemps un objet d'études approfondies de la part des législateurs de tous les pays.

Aussi la question a-t-elle déjà fait un grand pas. Tout le monde reconnaît aujourd'hui que, bien loin de nuire à l'avancement des sciences et des arts, la protection accordée à la propriété individuelle dans toutes les branches du travail est le moyen le plus sûr d'ajouter des progrès nouveaux aux progrès déjà réalisés.

C'est ainsi que depuis cinquante ans la plupart des États, sous des formes diverses, ont fait une législation spéciale sur les brevets d'invention, les dessins et modèles industriels, les marques de fabrique, et les noms et raisons de commerce.

Des esprits éclairés et généreux, toujours en quête de progrès et d'améliorations, ont voulu aller plus loin.

Ils ont pensé qu'il était nécessaire de mettre en harmonie les progrès de la civilisation avec les conquêtes de la science et qu'il était temps, comme corollaire de la rapidité et de la facilité des échanges, de protéger partout la propriété du travail contre les entreprises des plagiaires, des contrefacteurs et des usurpateurs de noms et marques de fabrique.

Ils ont pensé, en un mot, que la protection de la propriété industrielle, scientifique, artistique et littéraire, ne devait pas être circonscrite au seul pays où cette propriété a pris naissance, mais qu'il fallait l'étendre par delà les frontières.

Il est intéressant de remarquer que les hommes de lettres continuent à jouir de droits de propriété sur leurs œuvres, même après leur mort, tandis que les inventeurs n'ont jamais que quinze années de propriété, et cela même à condition de payer des annuités assez élevées à l'État.

PHYSIOLOGIE

COURS AUXILIAIRE DE LA FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

Des mouvements de la cellule.

On a divisé les fonctions de tout être vivant en fonctions de nutrition, de reproduction et de relation. Les fonctions de relation sont celles par lesquelles l'animal est en rapport avec le monde extérieur, soit en étant impressionné par lui (sensibilité), soit en se mouvant au milieu de lui (mouvement). Chez l'immense majorité des êtres la vie de relation s'exerce par le système nerveux et le système musculaire.

Mais, avant d'entrer dans le détail de la physiologie de ces deux systèmes, il faut étudier la vie de relation des organismes les plus simples, ou plutôt de l'organisme primitif, à savoir de la cellule. Nous envisagerons donc aujourd'hui les fonctions de sensibilité et de mouvement de la cellule. C'est le principe de toute physiologie, *initium et fons*.

La biologie tout entière est dominée par deux lois dont la découverte est presque contemporaine, puisque leurs principaux auteurs sont encore aujourd'hui vivants : la théorie cellulaire et la théorie de l'évolution.

Vous savez en quoi consiste la théorie cellulaire. L'organisme tout entier est composé de cellules ; ces cellules se différencient presque à l'infini pour constituer les tissus les plus variés. Os, nerfs, tendons, muscles, graisse, tous ces tissus sont composés de cellules. Cette grande conception d'anatomie générale, vaguement entrevue, avant 1835, par les botanistes français, Raspail, Mirbel et surtout Dutrochet, fut développée et fécondée par Schwann, de Liége (1839, *Recherches microscopiques sur les analogies de structure et de développement entre les animaux et les plantes*). Depuis Schwann jusqu'à nos jours, d'innombrables travailleurs ont perfectionné la théorie primitive, de sorte qu'elle est aujourd'hui une des assises les plus stables de la science biologique.

Chaque tissu est composé de cellules, et chaque cellule, malgré les apparences les plus diverses, a la même structure fondamentale; une enveloppe, ou membrane cellulaire, un centre semi-liquide, granuleux, ou protoplasma ; et au milieu de ce protoplasma une masse granuleuse plus foncée ou noyau. C'est la division de ce noyau qui entraîne presque toujours la division du protoplasma et le doublement de la cellule. Ce procédé de multiplication par scission est général, et c'est ainsi que d'une seule cellule peuvent naître, par multiplication, une infinité d'autres cellules.

Le système musculaire et le système nerveux sont donc des variétés de tissus cellulaires, et leur physiologie peut être considérée comme un cas particulier de la physiologie de la cellule. De fait, cette vue, si théorique qu'elle paraisse d'abord, est rigoureusement exacte, et à mesure que nous approfondirons la physiologie d'un tissu, fût-il aussi supérieur hiérarchiquement que le tissu nerveux, nous trouverons les plus étroites relations entre sa fonction et celle des simples cellules.

La seconde théorie est la théorie de la descendance ou de l'évolution. Conçue par Lamarck et Étienne Geoffroy Saint-Hilaire, nos deux illustres compatriotes (1811-1830), elle fut reprise, créée à nouveau pour ainsi dire, et vulgarisée par Charles Darwin (*De l'origine des espèces*, 1859). Darwin démontra que les espèces animales se modifient, se transforment incessamment suivant certaines lois, que les conditions extérieures déterminent des changements dans la forme des êtres et que ces changements se perpétuent par l'hérédité. Il fit donc cette hypothèse que toutes les espèces dérivent les unes des autres. L'observation des formes embryonnaires confirme cette conception grandiose. A mesure que l'embryon se développe, il passe par des formes diverses et remonte, pour ainsi dire, à mesure qu'il se développe, toute la série des formes animales.

Nous voilà donc ramenés à l'unité, d'une part, par la théorie cellulaire; d'autre part, par la théorie de la descendance. Ainsi il faut admettre que tous les êtres sont composés de cellules, que tous les êtres dérivent les uns des autres, d'un premier type qui est probablement le plus simple qu'on puisse imaginer, c'est-à-dire de la cellule. De là, l'importance fondamentale de la physiologie de la cellule, puisque c'est ce premier organisme qui est la forme mère, la forme type, de tous les tissus et de tous les êtres.

Si l'on suit les différentes phases par lesquelles a dû passer la cellule primitive pour devenir un être aussi perfectionné qu'un vertébré, on découvrira sans peine qu'une *loi* préside à cette évolution progressive. C'est la loi, pressentie par Goëthe et bien développée par M. Milne-Edwards, loi qu'on pourrait appeler la *division du travail*.

Les zoologistes, en étudiant les organismes les plus rudimentaires, n'ont trouvé que des cellules homogènes, ou même qu'une seule cellule. Cette cellule unique représente tout l'être et exécute toutes les fonctions : digestion, nutrition, sécrétion, reproduction, sensibilité, mouvement. Il s'ensuit que la fonction est fort imparfaite. Pour qu'elle atteigne le plus haut degré de perfection, il faudra un appareil digestif, un appareil circulatoire, etc. Plus le travail sera divisé, mieux il sera effectué; et la loi de division du travail est la loi de perfectionnement du travail. Il y a donc, dans chaque cellule primitive, comme le germe de toute cellule nerveuse et de toute cellule musculaire. Aussi les propriétés des muscles et du système nerveux vont se retrouver, plus ou moins obscures, dans la cellule primitive.

C'est pourquoi, avant de faire la physiologie des muscles et des nerfs, il convient de parler de la physiologie de la cellule.

Nous pouvons prendre comme types ces êtres singuliers qu'un anatomiste français, Dujardin, a le premier bien étudiés (1835). Ce sont les Amibes ou Protées. Ces êtres n'ont pas de formes bien nettes; ils sont constitués par un protoplasma granuleux, dépourvu probablement de paroi propre. Lorsqu'on les regarde au microscope, on les voit se déplacer, se mouvoir, émettre de place en place des prolongements en

forme de pédicules, qui font cheminer la masse tout entière. Dujardin appelait *sarcode* le protoplasma mobile, granuleux, de ces Amibes, et *pseudopodes* les prolongements qu'il fournissait ainsi (1).

Ces Amibes absorbent l'oxygène et dégagent de l'acide carbonique. Mais leur propriété la plus importante au point de vue qui nous occupe, c'est l'*irritabilité*.

Voici en quoi consiste l'irritabilité. Toute cellule est dans un certain état chimique et physique. Si l'on vient à changer cet état, aussitôt la cellule réagira, que l'excitation soit physique, chimique ou mécanique. En cela l'être vivant, animé, diffère des corps inertes qui subissent passivement, sans résistance, l'action des forces physico-chimiques. L'irritabilité, c'est donc la réaction de l'être aux forces extérieures qui viennent agir sur lui. Cette irritabilité s'observe également dans les muscles et dans les nerfs; l'excitation du muscle provoque un mouvement; l'excitation du nerf provoque une sensation. Dans les deux cas, l'irritabilité est mise en jeu. Être irritable est donc le propre, aussi bien des muscles et des nerfs que de la cellule sarcodique.

On peut supposer que ces cellules sarcodiques ont une sensibilité obscure. En effet, lorsqu'un corps étranger vient au contact de cette cellule, elle se modifie, se déplace,

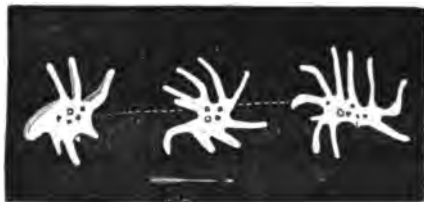


Fig. 86. — Mouvements amiboïdes dans le sens indiqué par la flèche.

cherche à entourer le corps étranger en question, ce qui implique à la fois la sensibilité et le mouvement. A vrai dire, la cellule contractile la plus parfaite, c'est la cellule musculaire ; le mouvement de la cellule primitive est imparfait et grossier, cependant déjà elle possède la contractilité et, par beaucoup de ces caractères, cette contractilité cellulaire est la même que celle du muscle.

Non seulement on peut l'observer sur les Amibes, comme l'a fait Dujardin, mais encore sur beaucoup de plantes, sur les cellules des algues, de certaines fougères et surtout sur les cellules blanches du sang ou leucocytes. Ce sont là de nombreux éléments d'observations qui servent à connaître avec assez d'exactitude l'histoire de la contraction des cellules et du mouvement du protoplasma.

On peut classer ces mouvements en différentes espèces, suivant leur forme.

Il y a d'abord le mouvement *sarcodique*, tel que Dujardin l'a vu en 1835 sur les Amibes, tel que Wharton Jones l'a vu en 1846 sur les leucocytes. Ce mouvement est constitué par des expansions irrégulières qui, marchant de proche en proche, finissent par faire cheminer la cellule.

Il y a, en second lieu, le mouvement *filamenteux*, observé par Schulze sur certaines cellules d'animaux inférieurs, comme les Rhizopodes et les Radiolaires. Le protoplasma glisse au dehors de la cellule en expansions radiées extrêmement fines (1).

Les Bactéries et les Vibrions sont animés d'un mouvement *oscillatoire* incessant, et comme ces êtres, d'une petitesse infinie, ne possèdent ni système nerveux ni muscles, il faut faire rentrer le mouvement oscillatoire dans la série des mouvements cellulaires.

Dans chaque cellule, on voit, pourvu que le grossissement soit suffisamment fort, les granulations infiniment petites du protoplasma animées d'un mouvement continuel de trépidation. On appelle mouvement *brownien* ces trépidations. Elles ne semblent pas, d'ailleurs, liées à un phénomène vital, car on les observe aussi quand on broie dans de l'eau des poudres microscopiques inertes.

En dernier lieu, il y a le mouvement vibratile accompli par des cellules spéciales (Épithéliums vibratiles, spermatozoïdes, anthérozoïdes).

Examinons d'abord les différentes conditions des mouvements sarcodiques :

Il est assez difficile de savoir s'ils sont réellement spontanés, ou s'ils sont toujours provoqués par une excitation extérieure. En effet, lorsqu'on place sous la lentille du microscope une goutte de liquide contenant des leucocytes, il se passe dans le liquide des changements physico-chimiques qui doivent jouer le rôle d'excitant, et, par conséquent, mettre en jeu l'irritabilité propre de la cellule. En tout cas, les mouvements paraissent bien spontanés, en ce sens qu'il est presque impossible de jamais saisir une de ces cellules bien vivantes en état d'immobilité prolongée.

La température exerce une grande influence sur les mouvements de la cellule. On a fait sur ce point de nombreuses expériences. On mesure, par exemple, avec un micromètre, la vitesse de la cellule à une certaine température, et, au moyen d'appareils, trop compliqués pour être décrits ici, on augmente successivement ou on diminue la température de la préparation microscopiqne, en notant toujours la vitesse de déplacement de la cellule. Je donnerai comme exemple une observation de Naegeli sur la *Nitella syncarpa :*

A 1° cette cellule faisait un chemin do 0m,0001			en 60″,0
5°	—	—	en 24″,0
10°	—	—	en 8″,0
20°	—	—	en 3″,6
31°	—	—	en 1″,5
37°	—	—	en 0″,6

Ainsi la rapidité du mouvement croît avec la température, mais cet accroissement atteint bientôt un maximum, et, à

(1) On trouvera de bons développements historiques dans l'excellent travail de M. Engelmann (*Handbuch der Physiologie*, t. I, p. 344 et suiv.). C'est probablement Rosel de Rosenhof (1755), qui observa le premier de pareils faits de mouvements de cellule.

(1) Voy. la figure empruntée à M. Schultze et donnée par M. Engelmann, *loc. cit.*, p. 353.

partir de ce maximum, la rapidité du mouvement va en décroissant. Il est très utile, pour se faire une bonne idée du phénomène, de construire la courbe de ce mouvement variant avec la température. On a ainsi la courbe suivante, exprimant l'accroissement ou la diminution du mouvement en rapport avec les variations thermométriques.

Cette courbe est schématique, mais elle est facile à comprendre, et vous rendra plus nette la signification du phénomène. Ce qui la fait très importante, c'est que presque tous les phénomènes physiologiques ont la même courbe. A mesure que la température s'élève de 0° à 20°, tout phénomène

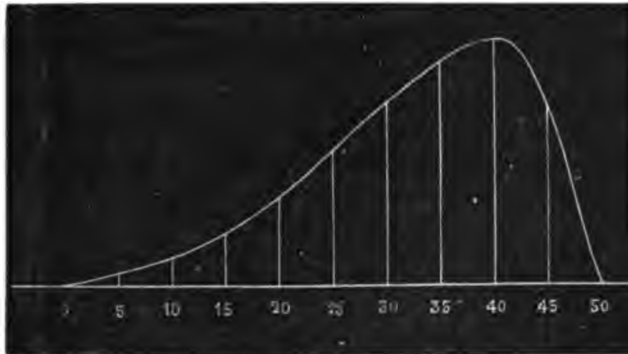


Fig. 87. — Courbe générale indiquant l'action de la chaleur sur l'activité des mouvements de la cellule.

physiologique augmente d'activité ; de 20° à 35°, l'augmentation d'activité est beaucoup plus rapide; de 35° à 40°, il y a presque état stationnaire ; de 40° à 46°, le phénomène diminue rapidement pour disparaître tout à fait.

C'est qu'en réalité, à partir de 45°, survient la mort de la cellule, et, par conséquent, la perte totale de sa fonction physiologique. Cette mort cellulaire est caractérisée par la forme sphérique que prend la cellule, l'apparition d'un noyau et l'immobilité complète.

Le maximum de température convenable varie probablement avec les diverses cellules. M. Schultze a vu que ce maximum, pour certaines cellules végétales, est de 30°, et, pour d'autres, de 46° (*Tradescantia Virginica*).

Quant à la limite inférieure, elle est très reculée. Il est pour ainsi dire impossible de tuer une cellule par le froid, au moins s'il n'est pas prolongé trop longtemps. Cependant le froid, s'il ne tue pas la cellule, diminue singulièrement sa contractilité : à 0°, il n'y a presque plus de mouvement.

L'influence de l'oxygène est très manifeste; elle a été bien étudiée par plusieurs auteurs, et, en particulier, par M. Ranvier (1). Si on regarde une préparation contenant des leucocytes, mise à l'abri de l'air, on voit les cellules, au bout de 24 heures, devenir sphériques et prendre un noyau, ce qui indique la mort de ces cellules. Si, au contraire, on a introduit de l'air dans la préparation, les cellules ont survécu et on peut les garder, même pendant dix jours, sans que leur mort survienne. On voit même un phénomène bizarre, qui semble indiquer chez ces proto-organismes une sorte de sensibilité rudimentaire. Les prolongements les plus volumineux et les plus nombreux de la cellule s'observent sur la partie qui est tournée du côté de l'air. Il semble qu'il y ait un effort du protaplasma pour s'avancer du côté où se trouve l'oxygène nécessaire à sa nutrition. Ainsi, d'une part, l'oxygène est nécessaire à la vie des cellules et, d'autre part, les cellules tendent à se diriger du côté où elles trouveront de l'oxygène. Kuhne a observé des faits qui concordent très bien avec ces deux conclusions. Dans l'hydrogène il n'y a plus de mouvement sarcodique et ce mouvement reparaît dès qu'on introduit de l'air dans la préparation. Une solution d'oxyhémoglobine perd bientôt son oxygène, lorsqu'elle est mise au contact de cellules sarcodiques. Tous ces faits sont fort importants, car nous les retrouverons en étudiant le système nerveux et le système musculaire.

Certaines substances chimiques paralysent les mouvements des cellules; d'autres, bien moins nombreuses, les excitent. Il n'y a guère que l'oxygène et les solutions alcalines faibles qui puissent augmenter l'intensité des mouvements des cellules. Au contraire, beaucoup de substances sont funestes à la production de ces mouvements. En premier lieu, il faut placer l'acide carbonique, qui tue, non seulement parce qu'il remplace l'oxygène nécessaire, mais encore parce qu'il est toxique par lui-même. L'éther et le chloroforme sont des poisons paralytiques des mouvements du protoplasma, qu'il s'agisse du protoplasma végétal ou du protoplasma des animaux. A faible dose, cette paralysie n'est pas définitive : c'est un engourdissement qui disparaît à mesure que le poison s'évapore. Certes on peut, avec Claude Bernard, *comparer* cet engourdissement de la cellule par le chloroforme à une véritable anesthésie.

De même que les solutions alcalines sont favorables, de même les solutions acides sont funestes. Cela donne à penser que le protoplasma est alcalin. L'eau pure est aussi un poison, en sorte que, pour observer les mouvements cellulaires, il faut employer un sérum artificiel, c'est-à-dire de l'eau contenant une certaine quantité de chlorure de sodium.

L'irritabilité du protoplasma peut être mise en jeu par les excitants extérieurs les plus divers. Tout ce qui est force extérieure, tout ce qui modifie l'état actuel d'une cellule contractile, est un excitant pour cette cellule. Il y a donc des excitants mécaniques, chimiques, thermiques, électriques.

Les excitants chimiques sont les substances qui modifient la composition chimique intérieure du protoplasma. Aussi toute substance soluble, dès qu'elle est placée dans le liquide qui entoure une cellule, devient un excitant parce que son adjonction modifie plus ou moins les échanges de la cellule avec le milieu qui l'entoure. Des changements de concentration, de réaction, de pression, suffisent pour provoquer des mouvements dans la cellule, car ils ne peuvent pas être sans modifier l'état chimique de cette cellule ; c'est précisément cette modification qui provoque le mouvement du protoplasma. On a pu remarquer que les excitations chimiques doivent se faire avec une certaine soudaineté pour provoquer une réaction. Si, en effet, par exemple, on fait passer un

(1) *Traité technique d'histologie*, p. 162 à 165.

liquide de la neutralité à l'alcalinité, il n'y a excitation que si ce passage est un peu brusque : s'il est très lent, on n'observe pas de réaction contractile;

Il en est de même pour les actions thermiques, qui ne sont excitantes que si elles se font brusquement.

Dans certains cas, la lumière est un excitant du protoplasma, non seulement indirectement, comme on le sait depuis longtemps, en stimulant la nutrition de la cellule, mais encore directement, à la manière d'une excitation thermique. Ces faits ont été observés par plusieurs auteurs; mais c'est surtout M. Engelmann qui en a donné un bon exemple (1). Un amibe d'eau douce, le *Pelomyxa palustris,* se contracte dès qu'il est exposé soudainement à une lumière vive. Pareillement, s'il était d'abord à la lumière, l'exposition subite à l'obscurité provoque sa contraction. Si les changements sont graduels, il n'y a pas de réaction de son protoplasma.

Les excitations mécaniques font aussi réagir les cellules; ainsi, dans une préparation microscopique, il suffit de presser légèrement la lamelle qui recouvre la préparation pour amener des mouvements dans les cellules qui s'y trouvent. Les globules blancs du sang, lorsqu'ils circulent dans les vaisseaux, sont excités par les différents corpuscules qu'ils rencontrent sur leur passage, et, en particulier, par les globules rouges du sang. On voit souvent des leucocytes entourer des globules rouges et les englober, pour ainsi dire, dans leur substance (Ranvier) (2). Ces mouvements ne s'expliquent que si l'on admet une excitation mécanique déterminée par les corps extérieurs à la cellule. C'est ainsi seulement qu'on peut expliquer l'absorption des matières pulvérulentes par les cellules lymphatiques. Quand on mêle de la lymphe à du vermillon très fin, on voit les cellules de la lymphe entourer les granulations et tendre à les absorber. Il semble que ces cellules se comportent comme de véritables êtres vivants, comme les amibes en particulier, qui absorbent et englobent, afin de s'en nourrir, les corpuscules qu'ils rencontrent.

Les excitations électriques sont intéressantes à étudier, car l'irritabilité des cellules nerveuses et des cellules musculaires est spécialement mise en jeu par l'électricité. D'abord, on peut tuer les cellules par des excitations électriques, la cellule prend alors la forme sphérique et le noyau qui sont les apparences caractéristiques de sa mort physiologique. Si l'excitation n'a pas été trop forte, elles peuvent survivre, et, quelques minutes après, reprendre leurs mouvements; mais si l'excitation a été très forte, la mort est définitive. Une observation intéressante de Kühne montre bien l'analogie qui existe, au point de vue de la réaction à l'électricité, entre les cellules primitives et le muscle. Il a pris le protoplasma d'un certain Myxomycète, variété de champignon, et il a rempli avec ce protoplasma semi-fluide un fragment d'intestin d'hydrophile, construisant ainsi une sorte de muscle artificiel. Cet appareil répondait alors à l'électricité tout à fait comme un véritable muscle. D'autres auteurs (Golubew, Schulze, Brucke, Ranvier et surtout Engelmann) ont étudié avec beaucoup de soin l'action de l'électricité sur la cellule contractile. Si l'on prend un courant électrique de pile, on voit que le courant de clôture est bien moins actif que le courant de rupture. Souvent, avec des courants électriques très forts et une cellule très irritable, le courant de clôture reste tout à fait sans action.

M. Engelmann a observé le phénomène de l'addition latente, qui consiste en ceci : étant donnée une excitation électrique faible, le protoplasma reste immobile; mais si cette même excitation est répétée un très grand nombre de fois, se suivant à de courts intervalles, il y aura, par suite de l'accumulation de ces excitations successives dans la cellule, une réaction motrice. Nous n'insisterons pas ici sur cet important phénomène, car nous aurons l'occasion de l'étudier plus tard avec détail. On le trouve, en effet, dans le muscle et dans le système nerveux.

A une excitation électrique, la cellule ne répond pas instantanément, il y a une période (période d'excitation latente) pendant laquelle on n'observe aucun mouvement. Cette période est extrêmement variable suivant bien des conditions et, en particulier, l'intensité de l'excitant. Certains amibes d'eau douce réagissent presque instantanément à une excitation

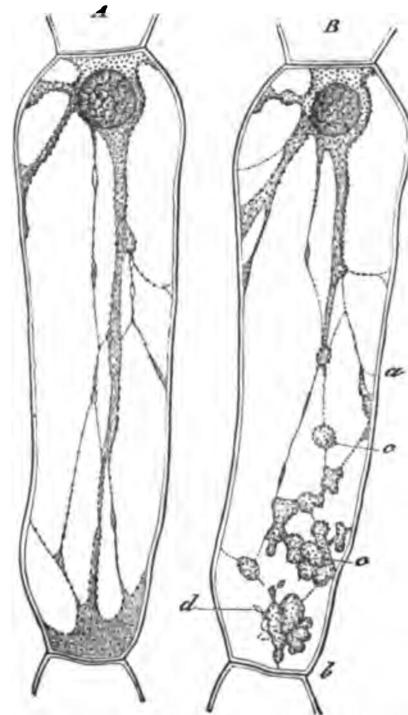


Fig. 38. — *A*, Cellule végétale avec protoplasma. *B*, La même cellule après une excitation électrique.

forte, alors qu'à une excitation faible ils ne réagissent qu'au bout d'un temps extrêmement long, une, deux ou trois secondes.

Remarquons aussi que la durée d'une excitation électrique est extrêmement faible, 1/100 000 de seconde et peut-être

(1) Th. W. Engelmann, *Ueber Reizung des Protoplasma durch plötzliche Beleuchtung. — Arch. f. d. ges. Physiol.*, XIX, p. 1.

(2) *Loc. cit.*, p. 164-165.

moins; tandis que les effets de cette excitation sur la cellule sont très prolongés. Après l'étincelle électrique, on voit se former des varicosités, des gouttelettes, des tractus filamenteux et des mouvements moléculaires dans l'intérieur de la membrane cellulaire. Ces formations durent souvent plusieurs minutes. Ainsi une excitation extrêmement brève provoque un ébranlement prolongé.

Au premier abord, tous ces faits ne paraissent guère utiles à connaître, car ils ne concernent que des infiniment petits, et, parmi eux, qu'un nombre restreint d'organismes. Il me paraît cependant que cette opinion serait erronée, car la généralité de ces phénomènes est très grande. Tout ce qui s'applique au mouvement de la cellule primitive s'applique aussi au mouvement de la cellule musculaire et même à la sensibilité de la cellule nerveuse. Les lois sont les mêmes, et s'il y a des différences de détail, il n'y a pas de différence fondamentale. Plus nous irons, plus nous verrons que l'irritabilité s'exerce toujours dans les mêmes conditions. Que ce soit le leucocyte, l'amibe, le cil vibratile, la cellule nerveuse, la fibre striée, on rencontre toujours une analogie saisissante. Je le répète, les différences de détail sont petites, et il convient d'insister bien plutôt sur les ressemblances que sur les différences.

Voici des grenouilles décapitées, qui sont immobiles lorsqu'elles ne sont irritées par aucun excitant extérieur. Mais si je fais agir sur leur système nerveux une force quelconque, mécanique, physique ou chimique, aussitôt elles exécuteront des mouvements qui seront la conséquence de leur irritabilité. En voici une que je touche avec de l'acide acétique, une autre que je brûle avec la flamme d'une lampe à alcool, une autre dont je serre la patte entre les mors d'une pince, une autre enfin que j'excite avec des courants électriques. Ces quatre grenouilles s'agitent et se remuent, tandis que la cinquième, qui n'a subi l'action d'aucune excitation, reste immobile.

Il est vrai que l'excitant n'a pas agi directement, il a mis en jeu l'irritabilité du système nerveux, et provoqué un mouvement réflexe. Mais le phénomène est le même, que ce soit une cellule motrice excitée directement, ou une cellule motrice excitée par l'intermédiaire du système nerveux ébranlé.

Ainsi, en résumant les lois qui gouvernent l'irritabilité cellulaire, nous trouvons les suivantes :

1° L'oxygène est nécessaire, et il y a consommation d'oxygène pendant la vie de la cellule;

2° L'intensité des mouvements croît avec la température de 9° à 40°, et, à partir de 40°, les mouvements disparaissent;

3° Les solutions neutres, faiblement alcalines, sont favorables; les solutions acides sont funestes;

4° Tout changement d'état est un irritant de la cellule et, par conséquent, provoque sa contractilité;

5° Ce changement d'état doit être brusque, car, s'il est graduel, il ne provoque pas de réaction;

6° La réaction à l'excitation n'est pas soudaine; mais il y a une période d'excitation latente, période diminuant à mesure que l'intensité de l'excitation augmente;

7° Les excitations faibles, impuissantes quand elles sont isolées, deviennent efficaces lorsqu'elles se répètent fréquemment à de courts intervalles.

Certes, ces faits nous permettent de retracer, dans une certaine mesure, l'histoire de l'irritabilité cellulaire ; mais il ne faut pas nous dissimuler l'insuffisance de nos connaissances. Pourquoi l'irritation d'une cellule provoque-t-elle sa contractilité? On serait tenté de dire que chaque cellule possède la faculté contractile; mais ce serait se payer de mots que se satisfaire de cette explication. Et puis, tous les mouvements ne sont pas provoqués par des excitations extérieures. Il y en a qui sont spontanés, ou qui paraissent tels. Faut-il généraliser le fait de l'irritabilité et dire qu'à côté des irritants extérieurs il y a des irritants intérieurs? Vous voyez qu'il y a encore bien des incertitudes; et que, si l'on connaît tant soit peu les phénomènes, on en ignore complètement les causes.

Nous ne parlerons pas ici des mouvements des bactéries ni des mouvements browniens, car ces manifestations moléculaires ou organiques sont encore mal étudiées. Au contraire, on possède des données assez exactes sur les mouvements des cils vibratiles.

Les premières cellules vibratiles observées ont été les spermatozoïdes (Jean Ham, de Leyde, et Leeuwenhoeck, 1677). Quelques années plus tard (1683), Antoine de Heide découvrit, sur le manteau des moules, l'Épithélium vibratile. Les notions anatomiques et physiologiques sur ces cellules avaient augmenté assez peu pendant le cours du XVIIIe siècle et le commencement du XIXe, lorsque Purkinje et Valentin, d'une part, et Sharpey, d'autre part, en 1835, publièrent d'excellentes monographies sur ces éléments. Beaucoup d'auteurs contemporains ont étudié la même question, et, en général, elle est très bien exposée dans la plupart des traités classiques d'anatomie générale.

La cellule vibratile, considérée isolément, est cylindrique, allongée à l'une de ses extrémités, qui est la pointe. A l'autre extrémité, qui est la base, se trouve un épaississement qui présente un double contour, c'est ce qu'on appelle le *plateau;*



Fig. 39. — *A B*, Cellules vibratiles. — *D*, Cellule vibratile avec un seul cil.

c'est sur le plateau que s'insèrent les cils vibratiles. Il y en a six à dix par cellule. Ce sont des filaments qui, vus aux plus forts grossissements, paraissent homogènes. Ils s'insèrent au plateau de la cellule, et des observateurs attentifs ont pu voir sur la plateau des stries fines répondant à l'insertion des filaments ciliaires. Mais on n'a pas pu découvrir de prolongements de cils jusque dans le protoplasma de la cellule. Ce protoplasma est granuleux et, dans son intérieur,

est un noyau contenant lui-même un nucléole. Les cellules épithéliales vibratiles sont disposées les unes à côté des autres, par longues rangées régulières, recouvrant toute la surface de la muqueuse sous-jacente.

On trouve les cellules vibratiles sur presque toute la surface du corps de beaucoup d'invertébrés pélagiques. C'est sur ces animaux (les moules, les huîtres, etc), qu'on peut les observer le plus facilement. Certains êtres inférieurs, plus rudimentaires encore que les mollusques acéphales, les infusoires ciliés, présentent à leur orifice buccal des cils vibratiles dont le mouvement constitue l'unique mode de locomotion de ces animaux.

Enfin, il est des organismes tout à fait rudimentaires que l'on peut considérer comme constitués uniquement par un cil vibratile. C'est à ce groupe qu'appartiennent certains infusoires, les spermatozoïdes, les anthérozoïdes ou corpuscules reproducteurs des algues. Une observation toute récente, non vérifiée encore, semblerait établir un lien entre la cellule sarcodique et la cellule vibratile (1). Dans le sang des grenouilles, au printemps, on observe un grand nombre de cellules vibratiles (Trypanosoma) qu'on avait prises autrefois pour des parasites. De fait, ces cellules dérivent probablement des leucocytes (Leucocytes, Kymatocytes). D'ailleurs, comme on le sait depuis longtemps, les spermatozoïdes eux-mêmes dérivent de cellules qui sont certainement sarcodiques.

Ces cellules vibratiles spéciales, telles que les spermatozoïdes, ne sont que des variétés de l'Épithélium vibratile. Alors presque tous les cils ont disparu et il n'en reste plus qu'un seul démesurément allongé. C'est le Flagellum, la queue du Zoosperme. En même temps, la cellule a pris une forme sphérique bien différente de la forme cylindrique de l'Épithélium vibratile. A vrai dire, ces variations de forme sont peu importantes et il est possible que la forme cylindrique dépende simplement de la pression réciproque des cellules les unes contre les autres.

A mesure qu'on remonte dans la série des êtres, on voit l'Épithélium vibratile avoir moins d'importance. Chez l'homme, par exemple, on n'en trouve plus qu'en certaines parties très limitées du corps, dans la trachée, les bronches, la muqueuse pituitaire, les canaux déférents, les conduits biliaires, lacrymaux, la trompe d'Eustache, dans l'utérus, dans la trompe de Fallope. Mais si, au lieu de s'adresser à l'adulte, on examine l'embryon humain, on y trouve beaucoup de cellules vibratiles. On en voit dans l'œsophage, dans la bouche, dans l'estomac, dans les ventricules cérébraux et dans le canal central de la moelle (2). Certains êtres (Mollusques et Cœlentérés) sont, à une certaine période de leur développement embryonnaire, complètement recouverts de cils vibratiles qui tomberont à mesure que leur évolution s'accomplira.

Il faut donc considérer aussi bien les cellules vibratiles que les cellules primitives comme des formes rudimentaires.

(1) Gaule, *Observations sur les éléments incolores du sang de la grenouille. Archiv. fur Physiologie,* octobre 1880, p. 375 à 392.

(2) Neumann, *Archiv für Microscop. Anatomie.* 1876, XII, p. 570.

Chez les êtres supérieurs, alors qu'il y a des muscles et un système nerveux et des appareils extrêmement perfectionnés pour produire le mouvement, il n'est pas besoin de cellules vibratiles ; tandis que chez les êtres inférieurs, la locomotion et les fonctions vitales ne peuvent s'exercer qu'au moyen de ces organismes très simples. N'est-il d'ailleurs pas remarquable que dans l'organisation perfectionnée de l'homme, on trouve encore ces cellules simples, accomplissant leur évolution absolument de la même manière que lorsque ces mêmes cellules sont à elles seules tout un organisme.

Revenons maintenant au mouvement des cellules épithéliales vibratiles.

Lorsqu'on regarde au microscope une surface vibratile, on voit tous les cils s'incliner avec un rythme très régulier dans la même direction, spectacle plein d'intérêt et dont on ne saurait se lasser. On a comparé ce mouvement à celui d'un champ de blé dont les épis sont inclinés dans le même sens par les vents. On peut dire aussi que les cils se meuvent

Comme au souffle du nord un peuple de roseaux.

A la vérité, il y a d'autres mouvements que ce mouvement d'*inclinaison,* et on a décrit aussi le mouvement *pendulaire,* le mouvement de *fouet* et le mouvement *infundibuliforme.* Je n'insisterai pas sur ces diverses variétés bien décrites dans tous les traités d'histologie.

On s'est demandé à quelle partie de la cellule étaient liés les mouvements des cils, et on a fait, à ce sujet, deux observations importantes, sur lesquelles d'ailleurs tout le monde est d'accord. La première, c'est que les cils séparés du plateau cessent de se mouvoir; la seconde, c'est que les cils, unis au plateau et cependant séparés du protoplasma, continuent à se mouvoir. Par conséquent, le plateau est, pour la conservation des mouvements ciliaires, un organe nécessaire et suffisant. Cela ne veut pas dire, ce qui serait une grosse erreur, que le protoplasma ne joue aucun rôle dans le mouvement des cils ; mais il agit en nourrissant le plateau, et en lui déléguant, pour ainsi dire, la charge d'exciter les cils vibratiles.

Les cils vibratiles se meuvent-ils, dans une même cellule, simultanément ou successivement? On admet, en général, que les mouvements des cils sont simultanés ; mais M. Ranvier (1) a montré que les cils vibrent successivement. Suivant lui, on s'en rend bien compte en observant des cellules fatiguées, et dont les cils ne se meuvent plus qu'avec beaucoup de lenteur; on les voit alors successivement s'incliner les uns après les autres, produisant, dit M. Ranvier, une apparence analogue à celle que présentent les pages d'un livre que l'on parcourt en l'effeuillant.

Les cellules vibratiles ont des fonctions diverses. Chez les animaux tout à fait inférieurs, elles servent à leur locomotion. Chez d'autres elles déterminent un courant d'eau sans cesse renouvelé, courant qui est nécessaire à la respiration de l'animal. Chez les vertébrés, le rôle des cellules vibratiles est

(1) *Leçons d'anatomie générale sur le système musculaire,* 1880, p. 443.

un peu différent; elles font progresser, dans un sens déterminé, les corpuscules ou les poussières qui se trouvent au contact de la muqueuse. Si, par exemple, on place sur l'œsophage d'une grenouille, fixé sur une petite planchette, des poudres fines, comme du charbon ou du vermillon, on verra les petits grains s'avancer avec une certaine rapidité dans le sens du mouvement vibratile.

On a dit que les cellules vibratiles peuvent, par leur mouvement, déterminer dans le microphone des bruits nettement perceptibles. Cela est possible, mais il ne faut pas oublier que le microphone est d'une telle sensibilité, qu'il est bien difficile de l'appliquer à son oreille, sans entendre un bruit quelconque.

On a aussi construit des appareils très délicats, destinés à mesurer la vitesse de cette progression. M. Calliburcès (1) a construit un appareil qui permet de mesurer les variations d'intensité des mouvements vibratiles. Je ne vous en donnerai pas la description, non plus que des autres appareils imaginés par M. Ranvier et M. Engelmann. Le principe est le même: les cils vibratiles déterminent le mouvement d'une masse extrêmement légère, mouvement qui s'inscrit sur un appareil enregistreur quelconque.

Ce qui nous intéresse plus que le détail de construction, c'est la conclusion générale que ces physiologistes ont tirée de leurs observations. Ils ont vu que la température augmentait l'intensité des mouvements de 0° à 38°; mais, de 38° à 45°, la vitesse du mouvement va en diminuant, si bien que vers 45° tout mouvement cesse et la cellule meurt. Vous voyez que nous retrouvons déjà les mêmes lois pour le mouvement vibratile que pour le mouvement sarcodique. Si nous avions à retracer la courbe d'activité des mouvements vibratiles, suivant la température, cette courbe se confondrait complètement avec celle des mouvements sarcodiques.

La chaleur mortelle détermine dans cette cellule les mêmes changements de forme que dans la cellule protoplasmique. Elle devient sphérique et il semble que le protoplasma soit en rigidité cadavérique. Sa consistance ferme, alors qu'il a été tué par la chaleur, est bien différente de l'état pulpeux, semi-liquide, dans lequel il se trouve pendant la vie.

Toutes les autres lois générales, action de l'oxygène, des milieux alcalins ou acides, du chloroforme, de l'acide carbonique, sont les mêmes pour les cellules vibratiles que pour les cellules sarcodiques. Aussi n'insisterai-je pas sur ces divers points, car ce serait la répétition inutile de ce qui a été dit plus haut.

L'action de l'électricité s'exerce d'une manière un peu différente. Cela se comprend bien; car, alors que la cellule sarcodique est immobile à l'état normal, la cellule vibratile vivante est toujours en mouvement. L'électricité n'agit sur elle que dans certaines conditions. Si la cellule vibratile est très vivante, des courants de faible ou de moyenne intensité n'exerceront aucune action; des courants très forts l'arrêteront dans son mouvement, la tueront et lui feront prendre la forme sphérique. Au contraire, si la cellule est fatiguée, des courants électriques faibles ranimeront ses mouvements; mais cette action stimulante s'épuisera bientôt. Ajoutons qu'on observe les mêmes phénomènes d'addition latente des excitations électriques que nous avons déjà vus pour le mouvement sarcodique.

Un autre effet curieux de l'électricité, mais sur lequel on n'a encore que peu de données précises, c'est la modification apportée au rythme primitif. Sur ce point, de nouvelles recherches seraient sans doute nécessaires.

Ce qu'il y a, en effet, de plus remarquable dans le mouvement vibratile, c'est le rythme régulier, perpétuel, de cette cellule qui se meut ainsi pendant toute la durée de sa *vie*. A-t-elle un irritant intérieur, et quel est cet irritant? Sur l'être compliqué qui, parmi tant d'autres cellules, possède des cellules vibratiles, ces dernières ont une indépendance absolue. L'excitation des nerfs reste sans effet, la mort même de l'individu n'a qu'une influence indirecte (1). On a vu, sur des suppliciés, les cellules vibratiles se mouvoir quarante-huit heures après la mort; même sur des grenouilles mortes depuis plusieurs semaines et putréfiées, il y a encore des cils vibratiles qui se meuvent. Ce fait est très instructif et vous montre bien ce qu'il faut entendre par le mot *vie*. La vie de l'individu, ce n'est pas du tout la vie des éléments qui le composent. Chacun de ces éléments meurt à son tour, à son heure, suivant sa plus ou moins grande résistance. De sorte qu'il faudrait, pour se servir d'une expression juste, ne jamais parler de la mort de l'individu, mais de la mort de tel ou tissu. Une grenouille putréfiée et abandonnée sous l'eau pendant plusieurs semaines n'est pas complètement morte, puisque les cellules vibratiles, qui sont une partie de son être, sont encore vivantes et mobiles.

En résumé, vous voyez qu'il y a mouvement, même sans muscle et sans système nerveux. On peut dire que l'irritabilité et le mouvement sont une propriété générale commune à toutes les cellules; seulement, à mesure que les êtres se perfectionnent, ces propriétés tendent à se localiser de telle sorte que le mouvement sera, sur l'être parfait, spécialement dévolu au muscle; mais, sur cet être même, on retrouve encore des vestiges de l'organisation première, des cellules sarcodiques et des cellules vibratiles.

On a cherché s'il n'y avait pas des formes de transition entre les cellules primitives et les cellules musculaires et nerveuses, perfectionnement des cellules primitives. Les seules observations connues jusqu'à présent sont celles qui ont été faites par Kleinenberg et Ranvier (2) sur les cellules *névro-musculaires* de l'hydre d'eau douce. Ces cellules sont granuleuses, nucléolées, et présentent à leur terminaison

(1) Cité par Claude Bernard : *Leçons sur les propriétés des tissus vivants*, p. 139 et suiv. (fig. 32, p. 141). Voy. aussi Ranvier, *loc. cit.*, p. 448, fig. 97, et Engelmann, *loc. cit.*, p. 392.

(1) Il paraît que chez les animaux hibernants les cils vibratiles cessent de se mouvoir; peut-être est-ce tout simplement un ralentissement du mouvement dû à l'énorme diminution de température qu'on constate alors chez ces animaux.

(2) *Leçons d'anatomie générale sur le système musculaire*, p. 42-46 et 323-329.

des filaments, des expansions contractiles en forme de pédicules. Voici quelle est leur disposition dans l'hydre d'eau douce : la partie cellulaire est dans la peau, ou ectoderme; la partie filamenteuse contractile est dans le feuillet moyen, ou mésoderme, de l'animal. Lorsqu'une excitation extérieure vient à irriter le corps cellulaire inclus dans l'ectoderme, la cellule irritée transmet cette irritation aux fibres situées dans le mésoderme, lequel se contracte.

Ainsi, dans la cellule névromusculaire de l'hydre d'eau douce, la partie protoplasmique joue le rôle d'un appareil nerveux excitable, qui transmet l'excitation aux fibres. Celles-ci jouent le rôle d'un appareil musculaire et se contractent. Cette variété de cellule est donc bien nommée névromusculaire, puisqu'à elle seule elle représente à la fois une cellule nerveuse et une fibre musculaire.

Considérons maintenant, dans leur ensemble, tous ces faits; et nous verrons qu'à l'origine de la vie il n'y a ni nerfs ni muscles, mais des cellules irritables et contractiles. L'irritabilité et la contractilité sont vraiment les propriétés fondamentales de la cellule, et on les retrouve, à des degrés divers, dans les cellules les plus perfectionnées, comme celles du système nerveux et du système musculaire. Seulement, par suite de la division progressive du travail physiologique, les cellules musculaires sont irritables et contractiles, tandis que les cellules nerveuses sont uniquement irritables. Celles-ci acquièrent une autre propriété : elles sont sensibles. Peut-être la sensibilité existe-t-elle déjà dans les cellules primitives; en tout cas, elle serait bien rudimentaire; mais c'est une hypothèse que jusqu'ici rien ne nous autorise à admettre.

Ce qu'il faut retenir, c'est que les lois de l'irritabilité sont les mêmes pour toutes les cellules, et que la physiologie du système nerveux et du système musculaire n'est qu'un cas particulier de la physiologie de la cellule.

CHARLES RICHET.

AGRONOMIE

MUSÉUM D'HISTOIRE NATURELLE DE PARIS
PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE APPLIQUÉE A L'AGRICULTURE

COURS DE M. DEHÉRAIN

Origine du carbone des végétaux (1).

II.

Notre dernière leçon a été consacrée à l'étude de la décomposition de l'acide carbonique dans les feuilles éclairées par les rayons du soleil. Nous avons esquissé l'ensemble du phénomène, il nous faut maintenant reprendre quelques points particuliers et, tout d'abord, nous préoccuper du mode de passage de l'acide carbonique au travers de l'épiderme qui recouvre les cellules dans lesquelles se produit la décomposition.

Pour présenter cette question avec quelque lucidité, je suis contraint de faire d'abord une courte excursion dans le domaine de la physique.

Les gaz, messieurs, passent au travers d'un corps poreux percé d'étroits orifices, ils traversent également des membranes continues comme l'est une couche légère de caoutchouc; mais les lois de leur passage sont, dans les deux cas, très différentes l'une de l'autre.

Quand un gaz traverse un corps poreux comme une plaque de graphite, ou encore de très fins orifices percés dans une lame de verre, sa vitesse de passage est inversement proportionnelle à la racine carrée de la densité. Graham, qui a découvert cette loi importante, l'appuie des déterminations suivantes :

	Temps du passage de différents gaz soumis à la pression atmosphérique au travers d'une plaque de graphite.	Racine carrée de la densité. L'oxygène est pris comme unité.
Oxygène	1,0000	1,0000
Air atmosphérique	0,9501	0,9507
Acide carbonique	1,1860	1,1760
Hydrogène	0,2505	0,2502

Le passage au travers des membranes colloïdales, comme le caoutchouc, a lieu suivant une loi très différente de celles que nous venons d'énoncer. C'est ce qu'a reconnu Th. Graham à l'aide de son diffusiomètre, qui consiste essentiellement en un tube de 22 millimètres de diamètre et de 1 mètre de longueur, ouvert à une extrémité et fermé à l'autre par une plaque de stuc en gypse recouverte d'une membrane de caoutchouc; le gypse, à cause de sa porosité, n'a pas d'influence sur les phénomènes. Si l'on remplit ce tube de mercure et qu'on le renverse sur un bain de mercure, il s'y fait un vide barométrique; mais l'air rentre peu à peu au travers de la membrane et déprime la colonne du liquide d'autant plus vite que la vitesse de passage est plus grande. Pour observer la rentrée d'autres gaz, on recouvre le haut du tube d'une coiffe de caoutchouc muni de deux tubes latéraux; le gaz, arrivant par l'un des tubes, ressort par l'autre et forme ainsi une atmosphère gazeuse au-dessus de la plaque de diffusion. De tous les gaz l'azote est celui qui traverse le plus lentement le caoutchouc. En représentant par 1 sa vitesse de passage, celle des autres gaz est représentée par les nombres suivants :

	Vitesse.
Azote	1,000
Oxyde de carbone	1,113
Air atmosphérique	1,149
Gaz des marais	2,148
Oxygène	2,556
Hydrogène	5,500
Acide carbonique	13,558

Ces faits étant établis, appliquons-les à la question spéciale qui nous occupe : comment les gaz pénètrent-ils dans les

(1) Voir ci-dessus p. 434.

cellules à chlorophylle; comment entrent-ils dans la feuille; comment passent-ils au travers de son épiderme?

Les deux faces d'une feuille sont souvent douées de propriétés en quelque sorte opposées l'une à l'autre et présentant les deux sortes de structure que nous venons de définir : tandis que le microscope permet d'apercevoir à la partie inférieure un grand nombre de stomates trouant la feuille d'une série d'étroits orifices, les préparations de la cuticule qui recouvre la face supérieure, qu'on désigne dans le langage vulgaire sous le nom d'*endroit,* y montrent une surface continue renfermant, dans un grand nombre d'espèces, beaucoup moins de stomates que l'envers, et parfois, en étant complètement dépourvue.

Par quelle face va pénétrer l'acide carbonique? va-t-il passer au travers de ces orifices étroits de la face inférieure : dans ce cas, on comprendra mal comment la petite quantité de ce gaz contenue dans l'air pourra subvenir aux besoins de la feuille, puisque l'acide carbonique doué d'une grande densité aura plus de peine à se faire jour que l'azote et l'oxygène; si, au contraire, il pénètre par la face supérieure au travers de la cuticule, analogue à la membrane de caoutchouc étudiée par Th. Graham, on conçoit qu'il la traverse infiniment mieux que les deux gaz dont le mélange constitue notre atmosphère et que la facilité qu'il possède de pénétrer dans la feuille compose sa rareté.

Une ancienne observation d'Ingen Housz semblait montrer que « les feuilles fournissent un air plus pur, si le soleil donne sur leur surface vernissée que lorsque leur surface inférieure reçoit l'influence directe du soleil »; MM. Cloëz et Gratiolet avaient remarqué, de leur côté, un fait très curieux : des plantes marécageuses séjournant dans une eau très calcaire se sont couvertes seulement sur leur face supérieure d'épaisses concrétions de carbonate de chaux; il semble qu'il en faille conclure que l'acide carbonique avait été saisi en plus grande quantité par la face supérieure de la feuille que par l'inférieure, puisque le dépôt de carbonate de chaux provenant du départ de l'acide carbonique qui le maintenait en dissolution s'était produit sur l'endroit de la feuille plutôt que sur l'envers.

Toutefois ces premières observations avaient besoin d'être complétées par des expériences directes pour acquérir le degré de précision qui permet de considérer le fait comme démontré; M. Boussingault s'est chargé de ce soin; il a choisi des feuilles présentant des dimensions égales, il les a réunies l'une à l'autre à l'aide de colle d'amidon et il a pu ainsi exposer au soleil soit les deux faces supérieures, soit les deux faces inférieures.

Il a trouvé que la face supérieure, l'endroit de feuilles épaisses, rigides comme celles des lauriers, a décomposé plus de gaz acide carbonique que la face inférieure, l'envers. Au soleil, la plus grande différence a été dans le rapport de 4 à 1; la plus faible, de 1,5 à 1. Le rapport moyen serait de 102 à 44. A l'ombre et à la lumière diffuse, les rapports s'atténuent.

Les feuilles à parenchyme très mince, mais dont l'endroit et l'envers ont des teintes de nuance tellement tranchées, que l'on peut dire que le limbe n'est coloré en vert que sur sa face supérieure, ont offert des résultats analogues à ceux fournis par des feuilles plus épaisses; quand le parenchyme est très mince et que les deux faces présentent sensiblement la même couleur (platane, marronnier, pêcher, maïs), il n'y a pas eu plus d'acide carbonique décomposé par la face supérieure que par l'inférieure.

Il semble donc que ce soit par diffusion au travers de la cuticule se comportant comme la membrane de caoutchouc de Graham que les gaz pénètrent dans les feuilles; M. Barthélemy a fourni à cette manière de voir un sérieux appui par une série d'expériences exécutées il y a quelques années : un cylindre de verre muni d'un orifice inférieur est bouché avec une plaque de plâtre sur laquelle est fixée une feuille, de telle sorte que les gaz ne pourront pénétrer dans le cylindre qu'en traversant la feuille; on remplit le cylindre de mercure, puis on laisse écouler celui-ci par l'orifice inférieur; on trouve que, lorsque c'est de l'air qui baigne la face supérieure, les deux gaz qui le constituent ne passent pas avec la même vitesse; dans les trois expériences exécutées, il y a toujours eu dans le récipient inférieur plus d'oxygène que d'azote; quand les gaz ont traversé une feuille de vigne vierge, l'atmosphère inférieure, sur 100 parties, renfermait 44 d'oxygène; il en renfermait 43,5 quand les gaz ont passé au travers d'une feuille de catalpa, et 44,5 quand ils ont traversé une feuille de magnolia. Comme Graham, quand il faisait passer l'air au travers du caoutchouc, M. Barthélemy trouve donc que l'oxygène a une vitesse de passage au travers des feuilles supérieure à celle de l'azote; les différences sont encore plus frappantes quand on compare au temps que l'acide carbonique met à traverser la feuille, ceux qu'exigent l'oxygène et l'azote; en représentant par l'unité le temps de passage de l'acide carbonique, on trouve 9 pour l'oxygène et 15 pour l'azote.

Ainsi il n'en faut pas douter, c'est en traversant la cuticule qui couvre la face supérieure de la feuille que l'acide carbonique y pénètre, et on conçoit que, malgré son extrême dilution dans l'air, il puisse servir à l'alimentation de la plante; toutefois on est en droit de rechercher ce qui arriverait si, au lieu d'être présenté à la feuille avec une extrême parcimonie, au lieu de ne former que les quatre dix millièmes du volume de l'air, il en constituait quelques centièmes. Th. de Saussure n'a pas négligé de faire cette observation; il a reconnu que la moyenne de l'augmentation de poids des plantes exposées pendant dix jours au soleil, étant de 425 milligrammes, atteignait 583 milligrammes quand elles végétaient dans une atmosphère dont l'acide carbonique formait la dixième partie. « J'ai répété, dit-il, plusieurs fois cette expérience, les plantes y ont constamment mieux prospéré que dans l'air atmosphérique pur; il a reconnu, au reste, que presque tout l'acide carbonique avait été métamorphosé en oxygène.

Cet important sujet a été repris, il y a déjà quelques années, par mon savant ami M. Corenwinder; je veux vous décrire quelques-unes de ses expériences qui présentent le plus haut intérêt. Nous avons reproduit ici la disposition qu'il a em-

ployée; sous une grande cloche se trouve la plante en expériences, on y introduit dans un petit ballon, placé de façon à pouvoir être facilement renversé, un volume connu d'acide carbonique; on expose le tout au soleil; puis, à la fin de l'expérience, on enlève par un courant d'air l'acide carbonique non utilisé par la plante et on le recueille dans de l'eau de baryte. On retranche de l'acide carbonique introduit, l'acide carbonique qui a échappé à la plante et on calcule celui qui a été décomposé.

Dans une de ses expériences, M. Corenwinder a employé un pied de colza qui pesait 58 grammes; après dessiccation, cette plante pesait 4gr,93; en une heure au soleil, elle a absorbé 166 centimètres cubes d'acide carbonique, ou 0gr,332 renfermant 0gr,090 de carbone; si l'expérience eût duré dix heures avec la même énergie, la plante aurait acquis 0gr,90 de carbone Or, sèche, nous l'avons dit, elle pesait 4gr,93; elle renfermait donc, en admettant 40 pour 100 de carbone dans sa matière sèche, 1gr,972 de carbone; la quantité qu'elle aurait prise dans une journée équivaudrait à la moitié de ce qu'elle renfermait déjà. Il est probable que dans des expériences de longue durée les choses ne se passeraient pas tout à fait ainsi, mais vous en tirez cependant cette conclusion qu'il y a grand intérêt à maintenir des plantes dont on veut hâter le développement dans une atmosphère riche en acide carbonique; or, messieurs, n'est-ce pas ce que font inconsciemment les maraîchers, quand ils forcent leurs plantes sous des bâches abondamment garnies d'un lit de fumier? non seulement la température s'y élève, mais l'atmosphère s'y enrichit d'acide carbonique et les végétaux se trouvent dans les conditions mêmes de l'expérience de Th. de Saussure qui les voyait prospérer sous une cloche où il avait suspendu une capsule pleine de terreau capable de leur fournir une abondante provision d'acide carbonique.

Une atmosphère présentant une certaine richesse en acide carbonique est donc favorable; mais il ne faut pas exagérer cette richesse. Th. de Saussure a reconnu que les plantes se flétrissent dans l'acide carbonique pur, et M. Boussingault a fait voir par des expériences précises que les feuilles maintenues dans l'acide carbonique pur ne le décomposent au soleil qu'avec une extrême lenteur; la quantité d'oxygène mise en liberté est beaucoup plus faible que si l'acide carbonique est dilué par de l'air, par un gaz inerte ou si même il est soumis à une faible pression.

Nous reconnaissons donc que l'acide carbonique, entré dans les feuilles par la cuticule, s'y décompose en donnant un volume d'oxygène sensiblement égal à celui qu'il renfermait, lorsque la plante est exposée à l'action du soleil; mais il faut aller plus loin, il est intéressant de chercher au milieu des nombreuses radiations que renferme le spectre celles qui sont particulièrement efficaces pour déterminer la décomposition de l'acide carbonique.

La méthode la plus simple pour étudier cette question importante est de placer les plantes en expérience dans des vases où n'arrive qu'une lumière modifiée par son passage au travers d'un verre ou d'une dissolution colorée; c'est ainsi qu'ont opéré MM. Cloëz et Gratiolet, Sachs, Cailletet, Prilleux, et que nous avons agi nous-même; cette méthode que vous voyez mise en pratique sous vos yeux ne donne pas, il est vrai, de résultats tout à fait rigoureux, car il est très difficile d'avoir des verres colorés ou des liquides qui ne laissent passer qu'une seule espèce de lumière; mais les résultats obtenus sont cependant si différents suivant la couleur des dissolutions dans lesquelles sont plongés les vases renfermant les plantes en expérience, qu'on ne peut douter que la nature des radiations n'ait une influence décisive sur le phénomène.

Vous voyez que des poids égaux d'une plante marécageuse, l'*Elodea,* placés dans la même dissolution d'acide carbonique, ont donné l'un 26cc,8 de gaz quand le manchon dans lequel il est immergé renferme du chlorure de fer d'une teinte jaune rougeâtre, tandis que l'on n'a obtenu que 5cc,8 de l'autre flacon auquel n'arrivait qu'une lumière bleue modifiée par son passage au travers de sulfate de cuivre ammoniacal.

Les expériences exécutées avec le spectre solaire sont beaucoup plus rigoureuses, mais elles présentent une réelle difficulté : il faut recevoir la lumière solaire sur le miroir d'un héliostat, concentrer les rayons à l'aide d'une lentille, les faire passer au travers d'un prisme et les envoyer enfin sur les tubes qui renferment les feuilles en expérience; or les réflexions, les dispersions qui se produisent sur la surface de tous ces instruments sont tellement considérables que la lumière qui arrive sur les feuilles est très affaiblie, et son action peu énergique. En employant cette méthode, Draper avait vu cependant que si l'on n'obtenait aucun dégagement de gaz de feuilles exposées à la lumière rouge, si l'on n'en obtenait pas davantage dans la partie du spectre comprenant le bleu, l'indigo et le violet, on trouvait un maximum d'intensité dans la partie comprenant l'orangé et le jaune.

Il est remarquable que les rayons qui, d'après M. Draper, déterminent avec le plus d'énergie la décomposition de l'acide carbonique, soient précisément ces rayons qui correspondent à la bande noire que nous avons observée dans le spectre de la chlorophylle; n'y aurait-il pas là une relation étroite? Cette hypothèse signalée par M. Éd. Becquerel, par M. Jamin, développée par M. Lommel, et jusqu'à un certain point vérifiée par les expériences de M. N. Muller, a été l'objet d'un travail très important d'un jeune physiologiste russe très distingué, M. Timiriazeff.

Il a surmonté les difficultés inhérentes à ce genre de travail, dans lequel on n'obtient de précision qu'en ayant un spectre de petites dimensions, en imaginant de nouvelles méthodes de mesurer et d'analyser les gaz; il a pu n'employer que de très petites surfaces décomposantes taillées dans une même feuille et les placer dans des tubes étroits, séparés les uns des autres par des écrans et éclairés par des parties bien pures du spectre solaire.

Les éprouvettes contenant le mélange gazeux à décomposer étaient exposées dans le spectre dans l'ordre suivant : la première était dans le rouge extrême qui n'est pas absorbé par la chlorophylle, la seconde occupait la partie du rouge qui correspond à la bande d'absorption caractéristique de la chlorophylle, les trois autres éprouvettes venaient à la suite,

la dernière dans le vert, un peu à gauche de la quatrième bande d'absorption de la chlorophylle.

Les résultats obtenus furent que la décomposition de l'acide carbonique est en rapport direct avec l'absorption élective de la chlorophylle; il est en effet remarquable de voir qu'il n'y a pas de décomposition dans l'éprouvette placée dans la bande rouge que vous avez vue apparaître si nettement quand vous avez examiné dans notre dernière leçon le spectre de la chlorophylle, tandis qu'au contraire cette décomposition atteint son maximum dans la bande d'absorption qui est située dans le voisinage immédiate de cette bande rouge. Si l'on conçoit sans peine que les rayons absorbés par la chlorophylle sont ceux qui sont efficaces pour déterminer la décomposition de l'acide carbonique, si l'on comprend ainsi que les rayons rouges qui traversent la chlorophylle soient sans action, tandis que les orangés, qui sont arrêtés, déterminent la réduction de l'acide carbonique, on a quelque peine à se figurer, d'autre part, pourquoi les rayons les plus réfrangibles, situés dans le bleu et le violet, et qui sont complètement absorbés, ne présentent cependant aucune efficacité. En y réfléchissant, on comprendra cependant que la décomposition de l'acide carbonique étant un phénomène essentiellement endothermique, accompagné d'une absorption d'énergie, doit dépendre de l'énergie du rayonnement; or l'effet calorifique est très faible dans la partie du spectre la plus réfrangible, et, bien que ces rayons soient arrêtés, ils possèdent trop peu de radiations calorifiques pour déterminer la décomposition.

Les rayons les plus efficaces sont donc ceux qui, étant absorbés par la chlorophylle, possèdent en même temps le plus d'énergie. C'est ainsi que les rayons rouges extrêmes, malgré leur forte énergie, n'ont pas d'effet, parce qu'ils traversent la chlorophylle sans absorption visible, tandis que les rayons bleus qui sont absorbés n'exercent aucune action par suite de leur faible énergie.

Nous aurons occasion de revenir sur l'influence des rayons colorés sur la végétation, nous ferons passer sous vos yeux les résultats obtenus par M. le professeur Bert, ceux qui ont été constatés au Muséum, et vous reconnaîtrez que c'est seulement quand les plantes sont dans la lumière blanche qu'elles se développent régulièrement; toutes les fois qu'elles sont maintenues dans une lumière colorée, elles finissent par périr.

Je pense, messieurs, avoir réussi à vous faire saisir le premier point de la grande question que nous étudions ensemble, l'origine du carbone des végétaux; jusqu'à présent, nous trouvons cette origine dans l'acide carbonique aérien et nous savons comment cet acide carbonique pénètre dans les feuilles, et comment il y est décomposé par certaines radiations; poursuivons notre étude et cherchons ensemble quelle est la matière qui prend naissance dans les feuilles exposées au soleil dans une atmosphère renfermant de l'acide carbonique.

Nous ne pouvons, messieurs, vous présenter sur ce sujet que des hypothèses vraisemblables, mais non encore passées à l'état de vérités démontrées.

Je rappellerai d'abord que les feuilles ne paraissent pas exercer leur action décomposante sur l'oxyde de carbone; Th. de Saussure a reconnu que des feuilles éclairées par les rayons du soleil et placées dans une atmosphère renfermant de l'oxyde de carbone n'enrichissaient pas cette atmosphère en oxygène.

M. Boussingault a repris ces mêmes recherches et a obtenu les mêmes résultats. Il est même facile de le démontrer par une expérience qui s'exécute en quelques instants. Je vous ai rappelé que l'acide carbonique pur à la pression ordinaire n'était pas réduit par les cellules à chlorophylle, mais que celles-ci le décomposaient, au contraire, s'il était dilué dans l'air ou même dans un gaz inerte comme l'azote ou l'hydrogène. Plaçons dans cette première cloche des feuilles, remplissons la cloche d'eau et faisons passer de l'acide carbonique, lavons la cloche avec le gaz à deux ou trois reprises différentes pour enlever les dernières traces d'air, enfin introduisons sous cette cloche un bâton de phosphore, et plaçons le tout au soleil; faisons une préparation analogue pour une autre cloche; mais, au lieu de mettre les feuilles en contact avec de l'acide carbonique pur, plaçons-les dans un mélange d'acide carbonique et d'hydrogène; enfin, les feuilles de la troisième cloche seront au contact d'un mélange d'hydrogène et d'oxyde de carbone; introduisons dans les deux dernières cloches des bâtons de phosphore et exposons le tout au soleil.

Vous voyez, messieurs, avec quelle rapidité le bâton de phosphore placé dans la cloche numéro 2 *renfermant* l'acide carbonique dilué par l'hydrogène s'enveloppe de fumées blanches, c'est une preuve que l'acide carbonique réduit par les feuilles a abandonné de l'oxygène qui réagit sur le phosphore pour l'oxyder; nous ne voyons rien de semblable dans les cloches qui renferment l'acide carbonique pur, ou le mélange d'oxyde de carbone et d'hydrogène. De l'absence de fumées enveloppant le phosphore, nous pouvons conclure qu'il n'y a pas d'oxygène émis, que l'oxyde de carbone n'est pas décomposé par les feuilles.

Il est donc vraisemblable qu'au moment où l'acide carbonique est réduit par les cellules à chlorophylle, il ne l'est que partiellement et que la décomposition s'arrête à l'oxyde de carbone; un volume d'acide carbonique donnerait donc seulement dans les cellules à chlorophylle un volume d'oxyde de carbone et un demi-volume d'oxygène; mais l'expérience nous enseigne que, pour un volume d'acide carbonique disparu, il apparaît un volume d'oxygène, puisque le volume d'acide carbonique réduit a fourni seulement un demi-volume d'oxygène, il faut qu'une autre matière se décompose à son tour et dégage le demi-volume d'oxygène qui nous est nécessaire pour compléter le volume égal à celui de l'acide carbonique disparu. Nous admettons que l'eau se décompose en même temps que l'acide carbonique, or, un volume de vapeur d'eau se décompose en un volume d'hydrogène et un demi-volume d'oxygène; l'oxygène, apparu pendant la décomposition de l'acide carbonique par les cellules à chlorophylle, bien qu'il présente presque rigoureusement le même volume que cet acide carbonique, n'en provient donc pas entièrement;

il paraît, au contraire, avoir une double origine; la moitié est fournie par l'acide carbonique, l'autre moitié par l'eau.

Or, messieurs, l'acide carbonique et l'eau, décomposés, laissent en présence deux gaz, l'oxyde de carbone et l'hydrogène, qui sont les résidus de la décomposition; nous admettons qu'ils s'unissent pour former une matière ternaire représentée par les rapports d'équivalents C H O.

Quelle peut être la matière ainsi formée? Les chimistes ont reconnu l'existence d'une série de composés fort intéressants qui sont intermédiaires entre les alcools et les acides: vous savez que, si l'on oxyde l'alcool ordinaire sous l'influence du noir de platine, on obtient l'acide acétique; si l'on oxyde incomplètement l'éther dans l'expérience classique de la lampe sans flamme que je mets sous vos yeux, on produit une matière moins oxydée que l'acide acétique; mais, plus que l'alcool; cette matière, reconnaissable à l'odeur particulière qu'elle présente, est l'aldéhyde vinique $C^4 H^4 O^2$; le premier alcool qu'on obtient par la distillation du bois et que les anciens chimistes appelaient esprit de bois, l'alcool méthylique $C^2 H^4 O^2$, donne par oxydation ménagée une aldéhyde $C^2 H^2 O^2$ qui renferme le carbone, l'hydrogène, l'oxygène dans les proportions du résidu que laissent l'eau et l'acide carbonique après leur décomposition dans les cellules à chlorophylle.

Nous admettons, messieurs, que le produit qui prend naissance dans la cellule à chlorophylle est l'aldéhyde méthylique $C^2 H^2 O^2$. Y a-t-il quelque preuve que ce soit là la première matière organique formée, ou bien l'hypothèse ne s'appuie-t-elle sur aucune autre considération que des jeux de formule? Je ne crois pas qu'on ait signalé dans les végétaux la présence de l'aldéhyde méthylique; mais, en revanche, on trouve souvent dans les plantes l'acide formique qui dérive de l'aldéhyde méthylique par simple oxydation et on peut supposer que l'origine de cet acide formique est précisément l'oxydation de l'aldéhyde méthylique.

La propriété remarquable des aldéhydes est de se transformer facilement en acides correspondants par fixation d'oxygène, les aldéhydes sont des corps qu'on modifie par addition: ce sont donc des corps non saturés et par suite, susceptibles de polymérie. Vous savez, messieurs, combien d'exemples nous possédons de la liaison de ces deux propriétés; vous vous rappelez que le cyanogène qui se combine aisément aux corps simples s'unit à lui-même pour former le paracyanogène; vous savez que l'acétylène $C^4 H^2$, qui fixe de l'hydrogène, de l'oxygène, même de l'azote, s'unit également à lui-même et donne la benzine $C^{12} H^6$ par une simple élévation de température. Or, si nous supposons que six molécules d'aldéhyde se soudent à elles-mêmes, nous aurons compris la formation d'une matière très abondamment répandue dans les végétaux; en effet, $6 (C^2 H^2 O^2) = C^{12} H^{12} O^{12}$, la glycose. Il n'y a donc rien de choquant à supposer que la glycose provienne de la condensation de six molécules d'aldéhyde méthylique, aldéhyde produite elle-même par la combinaison, volume à volume, de l'oxyde de carbone et de l'hydrogène.

Enfin la glycose $C^{12} H^{12} O^{12}$ peut fournir par oxydations ménagées les acides, par combinaison avec élimination d'eau, le sucre de canne, et si trois molécules de glycose s'unissent en perdant six molécules d'eau, elles fourniront l'amidon $C^{36} H^{30} O^{30}$, si abondant dans les cellules à chlorophylle que les botanistes professent d'ordinaire que l'amidon est la matière qui prend naissance directement par décomposition de l'acide carbonique. Il est certain que l'amidon est bien facile à voir dans les cellules et qu'il apparaît ou disparaît suivant que les conditions de décomposition d'acide carbonique sont ou non favorables; mais si l'amidon, matière de réserve, comme disent les physiologistes allemands, s'accumule, s'emmagasine dans les tissus et y est visible, tandis que les autres produits que nous avons énumérés, étant des matières de transition, sont plus difficiles à reconnaître, il n'est pas vraisemblable qu'une matière aussi compliquée que l'amidon prenne naissance par l'union directe de l'oxyde de carbone et de l'hydrogène. En effet, messieurs, M. Berthelot nous a enseigné comment on peut s'élever par étages successifs jusqu'à la formation des matières complexes; ce n'est jamais d'un seul bond qu'on réussit à les produire, c'est seulement en passant par de nombreux intermédiaires qu'on les obtient; il est donc naturel de penser qu'il en est de même dans les végétaux et que c'est seulement par étapes successives que la matière arrive à la forme complexe sous laquelle nous la voyons dans la plante.

Messieurs, je viens d'esquisser devant vous la manière de voir qui me paraît la plus probable; mais, dans les sciences d'observation, il est bien important de séparer nettement les faits des théories; les faits sont les suivants: les cellules à chlorophylle exposées au soleil décomposent l'acide carbonique et émettent un volume d'oxygène égal à celui de l'acide carbonique disparu, du même coup elles se gorgent d'amidon.

Tels sont les points de départ et d'arrivée de ce phénomène grandiose dans lequel se produit la matière organique; les étapes probables sont: décomposition simultanée de l'acide carbonique et de l'eau, union de l'oxyde de carbone et de l'hydrogène pour former l'aldéhyde méthylique, transformation de l'aldéhyde méthylique en un polymère tel que la glycose, transformation de la glycose en sucre de canne et en amidon; or, il est à remarquer qu'aucune des synthèses dont nous venons de parler n'a été réalisée dans le laboratoire, de telle sorte que si la succession des produits énumérés est vraisemblable, elle ne repose cependant encore sur aucune démonstration directe.

Vous ne serez donc pas étonnés, messieurs, que d'autres manières de voir aient été proposées; parmi elles, je ne puis passer sous silence celle qui appartient à un chimiste distingué, M. Armand Gauthier, et qu'il a développée dans une de ces intéressantes leçons qui ont lieu à l'École de médecine dans le laboratoire de M. Wurtz (1).

M. Armand Gauthier, qui a si bien étudié la chlorophylle, a reconnu qu'elle se décolore sous l'influence de l'hydrogène naissant pour reprendre sa couleur verte quand elle est déshy-

(1) Cette leçon est insérée dans la *Revue scientifique*, tome XII, p. 765, 1877.

drogénée; il base sur cette réaction toute l'explication du phénomène que nous venons d'étudier; pour lui, l'oxygène dégagé par les feuilles, sous l'influence de l'insolation, provient de l'eau qui serait décomposée par la chlorophylle, comme elle peut l'être par le chlore; la chlorophylle chargée de l'hydrogène séparé de l'eau réagirait à son tour sur l'acide carbonique pour le réduire et le transformer en acide formique; enfin, l'acide formique serait encore réduit et amené à l'état d'aldéhyde méthylique.

Je ne crois pas devoir adopter cette manière de voir, si ingénieuse qu'elle soit, par cette raison qu'elle ne tient pas assez compte de ce fait d'observation, que la production d'oxygène par les feuilles est absolument corrélative de la présence de l'acide carbonique. Si, comme l'admet M. A. Gauthier, l'oxygène émis par les feuilles insolées provient de la décomposition de l'eau, on ne conçoit pas comment cet oxygène n'apparaît jamais dans une atmosphère dépouillée d'acide carbonique, on ne conçoit pas que la présence de l'acide carbonique soit une condition même d'existence des plantes à chlorophylle.

J'énonce là, messieurs, le dernier point sur lequel je veux aujourd'hui appeler votre attention; rien n'est plus propre à vous montrer l'importance de la réduction de l'acide carbonique par les feuilles, que de vous faire voir qu'elle est une condition même d'existence de la plante qui périt, quand elle est privée d'acide carbonique pendant quelques jours.

C'est encore à Th. de Saussure qu'est due cette découverte capitale; ses expériences sont concluantes : des pois sont placés sous une cloche où l'on maintient une soucoupe chargée de chaux éteinte; le volume du gaz diminue, et dès le troisième jour, les plantes qui recevaient l'action du soleil ont péri. Les pois qui avaient végété durant le même temps sous une cloche ne renfermant pas de chaux n'avaient changé l'atmosphère de la cloche ni en pureté ni en volume et ils étaient sains et vigoureux dans toutes leurs parties.

L'interprétation est facile; vous savez, messieurs, que les plantes respirent à la façon des animaux, en absorbant de l'oxygène et en émettant de l'acide carbonique; ce phénomène de respiration se produit d'une façon constante; mais, quand la plante est au soleil, il est masqué par le phénomène d'assimilation qui se traduit par le dégagement d'oxygène et la décomposition de l'acide carbonique.

Quand on met de la chaux sous une cloche où végète une plante exposée au soleil dans la journée, elle périt; en effet, l'acide carbonique produit par la respiration est pris par la chaux et les cellules à chlorophylle sans aliment meurent d'inanition; si, au contraire, on supprime la chaux, la petite quantité d'acide carbonique produite par la respiration suffit à alimenter la plante; il n'y a pas augmentation de poids, le végétal vit sur sa propre matière, mais il continue à se développer; les premiers organes apparus se brûlent lentement, ne laissant qu'un maigre squelette de cellulose et la matière qui en provient sert à former des organes nouveaux. M. Boussingault a élevé ainsi récemment des maïs dans une atmosphère confinée, privée d'acide carbonique aérien, et le poids de carbone contenu dans la plante. ajouté à celui qui se trouvait à l'état d'acide carbonique dans l'atmosphère, représentait exactement le carbone de la graine.

On ne réussit pas toujours cependant à maintenir vivantes les plantes placées dans une atmosphère dépouillée d'acide carbonique; voici des aucubas qui ont leurs racines dans de la bonne terre, leurs feuilles sont isolées dans de l'air qui ne se renouvelle pas, la plante souffre déjà, elle périra prochainement.

On doit à M. Corenwinder quelques expériences importantes sur ce sujet; il a reconnu d'abord la nécessité de la présence de l'acide carbonique aérien, en confinant un rosier ou un jeune sophora dans de grands ballons; après quelques jours, ils ont jauni et perdu leurs feuilles.

M. Corenwinder eut, en outre, l'idée d'introduire dans un grand ballon parcouru par un courant d'air dépouillé d'acide carbonique un rameau de figuier couvert de bourgeons pour reconnaître si les feuilles s'ouvriraient; les résultats obtenus furent les suivants :

Neuf feuilles de figuier développées à l'air libre pesaient ensemble.	26gr,37
Poids d'une feuille	2gr,93
Quatre feuilles confinées pesaient	2gr,78
Poids d'une feuille	0gr,695 (1)

Il est clair que l'absence d'acide carbonique aérien a singulièrement nui au développement des jeunes feuilles de figuier, cependant elles ont continué leur évolution, et il y aurait lieu d'en être surpris si une autre expérience de M. Corenwinder ne venait donner l'explication de ce fait en apparence anomal. Le savant physiologiste de Lille a placé au printemps un rameau de marronnier, portant un bourgeon, dans un ballon disposé comme le précédent, c'est-à-dire parcouru par un courant d'air dépouillé d'acide carbonique et passant, après avoir traversé le ballon, dans un flacon rempli d'eau de baryte.

A plusieurs reprises, on reconnut que le bourgeon confiné avait émis une quantité sensible d'acide carbonique; le 26 mars, les feuilles commencèrent à s'épanouir; le 29, elles étaient développées en partie; enfin, le temps devient plus doux, les feuilles s'accroissent et, le 13 avril, on peut noter que les feuilles confinées dans le ballon étaient parfaitement saines et visiblement plus grandes que les feuilles extérieures.

N'y a-t-il pas là, messieurs, un fait de nature à infirmer la loi découverte par Th. de Saussure, et n'en faudrait-il pas conclure que les cellules à chlorophylle ont vécu sans avoir d'acide carbonique à décomposer? On serait au premier abord d'autant mieux fondé à le croire qu'une dernière expérience, due encore à M. Corenwinder, démontre nettement qu'on ne peut attribuer à la petite quantité d'acide carbonique exhalé pendant la nuit le maintien de la vie des feuilles de l'expérience précédente. M. Corenwinder avait, en effet, établi au travers du ballon renfermant les bourgeons

(1) Une photographie de ces feuilles est reproduite dans le mémoire de M. Corenwinder, *Ann. agronom.*, t. II, p. 577, 1876.

de marronnier un courant d'air constant assez rapide pour enlever tout l'acide carbonique dégagé par la respiration; et, en outre, dans une seconde expérience, pour s'assurer que ce n'était pas l'acide carbonique produit par respiration qui avait soutenu la végétation, M. Corenwinder a placé dans un ballon enduit d'un lait de chaux à l'intérieur un autre bourgeon de marronnier, et ce second bourgeon s'est épanoui comme le premier; les feuilles se développèrent et devinrent au moins aussi grandes que celles qui étaient à l'extérieur.

En résumé, vous voyez, messieurs, que nous avons constaté trois résultats différents.

Le rosier placé dans une atmosphère dépouillée d'acide carbonique est mort.

Un rameau de figuier placé dans les mêmes conditions s'est faiblement développé.

Un rameau d'un arbre de grande dimension comme le marronnier s'est développé complètement, bien qu'il ait été privé de l'acide carbonique extérieur.

Pour expliquer ces résultats qui paraissent contradictoires, M. Corenwinder rappelle qu'il circule constamment dans la plante des quantités notables d'acide carbonique; si, en effet, dans les expériences précédentes on fait passer au travers des ballons renfermant les bourgeons de l'air dépouillé d'acide carbonique, on reconnaît que les bourgeons en ont émis, car l'air qui sort des ballons trouble l'eau de baryte. Cet acide carbonique vient des tissus mêmes de la plante, et il suffit à alimenter les feuilles privées d'acide carbonique extérieur; la proportion d'acide carbonique qui parcourt les tissus est d'autant plus forte que le végétal atteint de plus grandes dimensions; cet acide carbonique est dans la masse du marronnier assez forte pour soutenir la végétation des feuilles qui ne trouvent pas d'acide carbonique aérien, et ces feuilles s'épanouissent, elles profitent même de la température plus élevée à laquelle elles sont soumises dans leur enveloppe de verre; la moindre proportion du figuier le condamne à ne soutenir que moins efficacement les feuilles confinées, cependant elles atteignent en moyenne le quart du développement des feuilles normales. Enfin, les petites plantes comme le rosier ou le sophora, sont mortes, car elles n'avaient pas, comme le figuier et le marronnier, une partie de leurs rameaux à l'air libre, vivant régulièrement et pouvant fournir aux bourgeons confinés l'acide carbonique nécessaire à leur existence.

Les résultats de ces expériences n'infirment donc pas ce fait considérable; les cellules à chlorophylle ne vivent qu'à la condition de fonctionner régulièrement en décomposant de l'acide carbonique, mais les observations de M. Corenwinder nous permettent d'ajouter que, quand les feuilles sont privées d'acide carbonique aérien, elles peuvent soutenir leur vie en décomposant l'acide carbonique qui circule dans les tissus de la plante et arrive jusqu'à elles.

En résumé, messieurs, vous le voyez, la plante est un admirable appareil de réduction; en décomposant l'acide carbonique, en éliminant l'oxygène, elle élabore la matière végétale, la matière combustible, source de toute la vie animale, de toute la force dépensée sur le globe; mais c'est seulement quand elle reçoit directement les rayons du soleil qu'elle accomplit cette grande mission, de telle sorte que c'est du soleil que nous tirons la force qui nous anime.

L'acide carbonique aérien est-il la seule source où les plantes puisent leur carbone? Telle est la question que je veux discuter devant vous dans notre prochaine réunion.

P.-P. Dehérain.

(A suivre.)

TRAVAUX PUBLICS

Le feu à Paris et en Amérique (1).

Sous ce titre, M. le colonel Paris, dont la *Revue* a déjà publié plusieurs articles professionnels (2), résume, en les coordonnant, les résultats des travaux de ses devanciers et ceux de ses propres études sur la mise en état de défense contre le feu de la ville de Paris.

« La première partie de cet ouvrage, dit l'auteur dans sa préface, est consacrée à la description des services d'incendie nord-américain, qui n'étaient jusqu'à ce jour connus, en Europe, que par quelques récits plus ou moins anecdotiques de journaux; la seconde, à celle du service d'incendie de Paris, à peine moins ignoré, dans les détails de ses travaux et de son mode d'action, que ceux des États-Unis. » Lorsqu'on a terminé la lecture du livre, force est bien de reconnaître que l'auteur dit vrai, qu'à part quelques fonctionnaires et quelques ingénieurs de la Ville que leur spécialité rattache plus ou moins au service d'incendie, tout le monde ignore la diversité et la multitude des études, des travaux, des détails que comportent la garde et la responsabilité d'une ville de 8000 hectares de superficie, de 2 000 000 de population, qui renferme des milliards et encore des milliards de valeurs, sans compter, comme le dit avec raison le colonel, « les valeurs qui n'en ont point, qui constituent le patrimoine de la nation, et qu'il faut, coûte que coûte, lui conserver ». Ces travaux et ces détails sont d'autant plus nombreux et compliqués que celui qui a cette responsabilité et cette garde, loin de pouvoir organiser son matériel d'après les besoins que lui révèlent les besoins de chaque jour et les progrès de la science, est obligé de se

(1) *Le Feu à Paris et en Amérique*, par le colonel Paris, commandant le régiment de sapeurs-pompiers de Paris. 1 volume in-18 avec 4 planches hors texte, représentant les plans de défense de Paris contre les incendies. (Paris, librairie Germer Baillière et Cie.)

(2) L'un de ces articles, *les Extincteurs*, publié dans le n° 49 de cette année, a été traduit *in extenso* par la plupart des journaux russes, notamment dans la *Gazette* de Moscou et celle de Saint-Pétersbourg, nos du 17-29 août et du 21 août-2 septembre derniers; nous y lisons que l'application du système des colonnes montantes aux habitations particulières, proposée par le chef du service d'incendie de la ville de Paris, a été accueillie avec faveur dans ce pays, si éprouvé par le feu, et qu'elle commence à être pratiquée dans les villes où la canalisation de l'eau le permet.

mouvoir dans les limites d'un budget qu'il déclare et qui semble en effet trop parcimonieusement mesuré, de se servir du matériel qu'on lui donne et d'en tirer le moins mauvais parti possible.

Les prémisses de l'auteur sont celles-ci :

1° Le personnel du service d'incendie de la ville de Paris, dirigé et conduit militairement, soumis à un entraînement permanent, est hors ligne ;

2° Le petit matériel, qui a servi de modèle aux similaires des villes de province et même de l'étranger, est excellent ;

3° Le gros matériel (pompes à vapeur) est tout à fait insuffisant comme nombre, et, comme qualité, la moitié est à mettre de côté ;

4° Les services annexes (télégraphie et eaux) sont à l'état rudimentaire.

C'est évidemment pour pouvoir mieux faire ressortir l'exactitude de ces deux dernières propositions que le chef du service d'incendie de Paris a commencé son livre par la description, d'après les documents officiels, des services d'incendie nord-américain, dont il qualifie l'organisation de « grandiose ». Le mot n'est vraiment point excessif : quelques chiffres vont le démontrer.

New-York a 1 200 000 habitants, moins de 6000 hectares de superficie, 57 pompes à vapeur (point de pompe à bras, il est vrai), 778 litres d'eau par tête d'habitant et par jour, un réseau télégraphique d'incendie de 1126 kilomètres ; elle dépense par an pour son service d'incendie 6 500 000 francs, soit 5 fr. 30 par tête d'habitant.

Chicago a 475 000 habitants : son matériel est estimé à 5 100 000 francs.

Paris a 2 000 000 d'habitants, 7802 hectares de superficie, quatre pompes à vapeur (dont deux très inférieures), 136 litres d'eau par tête d'habitant et par jour, un réseau télégraphique de 231 kilomètres, un matériel évalué à 332 000 francs ; elle dépense par an pour son service d'incendie 1 600 000 francs, soit 0 fr. 80 par tête d'habitant !

Ces chiffres se passent de commentaires.

Ce n'est pas du premier coup que les villes d'Amérique se sont décidées à faire les frais d'une pareille installation. « Jusqu'en 1872, Boston, comme beaucoup d'autres villes, a fait la sourde oreille aux demandes du département de secours contre le feu, et reculé devant les frais que nécessitait l'installation d'un système rationnel de défense. Mais le 9 novembre de cette année, un seul incendie dévora 776 maisons recouvrant une superficie de 26 hectares et représentant une valeur de 375 millions de francs. Et que l'on n'aille pas dire qu'il s'agissait de maisons américaines, c'est-à-dire en bois : le *Sixth annual report of the Board of fire Commissionners* décompose ces 776 maisons en : 709 en briques et pierre, 67 seulement en bois. Ajoutons qu'en dehors de ce sinistre général les pertes par le feu se sont élevées dans cette même année 1872 à 7 852 745 francs, et, en 1873, à 13 404 765 francs pour une population qui ne devait guère dépasser 300 000 habitants, puisque le recensement de 1868 en donne 250 750, et celui de 1874, 342 000. Les décombres fumaient encore que l'on mettait à la disposition des ingénieurs plus de millions qu'ils n'avaient demandé de centaines de mille dollars, et dont une partie seulement, accordée en temps opportun, aurait évité à la ville cet épouvantable désastre ! »

On sent que, si l'auteur n'était pas fonctionnaire, il s'écrierait : « Attendra-t-on, comme à Boston, comme à New-York, etc., qu'un quartier de Paris ait brûlé pour mettre son service d'incendie en mesure de lutter contre n'importe quel feu ? » Il prévoit du reste qu'on va lui demander : « Mais les frais relativement considérables que va coûter l'organisation que vous proposez sont-ils au moins une garantie certaine de la diminution des sinistres ? » Il pose lui-même la question et la résout par un exemple : « C'est en 1867, dit-il, que le service d'incendie de New-York a commencé à recevoir son organisation grandiose. La comparaison des sinistres antérieurs et postérieurs à 1867, en tenant compte de l'accroissement de la population, permettra de porter un jugement sans appel sur la valeur des résultats obtenus et de décider si les frais considérables qu'a causés cette organisation et qu'entraîne son fonctionnement sont une dépense de luxe, ou le meilleur emploi qu'ait pu faire la ville de New-York d'une partie de son budget.

« La population était en 1866 de 620 000 habitants, en 1876, de 1 061 805 : elle a donc augmenté dans la proportion de 3 à 5. Si l'on fait la moyenne du nombre de feux pour les années 1866 et 1867 (835), puis pour les années 1873, 1874, 1875, 1876 (1406), on voit que la progression est sensiblement la même, et si enfin on fait cette même moyenne pour les pertes, on voit qu'elle est de 30 millions par an pour la première période, et de 14 500 000 francs *seulement pour* la deuxième. Si elle eût suivi la même progression que la population et le nombre des feux, elle eût été de 50 millions de francs : différence, 35 millions de gain pour une dépense de 6 millions. »

On ne peut imaginer rien de plus concluant.

Ce n'est pas que le chiffre des pertes soit énorme à Paris, surtout si on le compare à celles des villes d'Amérique. Avec ce matériel défectueux et insuffisant, avec ce prix de revient si peu élevé, le chiffre des pertes est de 1 à 4 fois 1/2 moins considérable à Paris qu'aux États-Unis, et inférieur à celui de n'importe quelle grande ville d'Europe, proportionnellement à la population. Le colonel fait honneur de ce résultat « à l'organisation militaire de son régiment, à la rigoureuse discipline qui en est la conséquence, et qui lui permettent de l'émietter, pour ainsi dire, sur toute la surface de Paris, afin d'y multiplier la surveillance et de placer toujours le secours le plus près possible du danger ». De fait, la statistique relève pour le premier semestre 1880, 1263 feux, dont 1150 n'ont causé que 66 548 francs de dégâts, soit 57 fr. 43 par feu, ce qui est vraiment insignifiant. Mais les 113 autres feux se sont chiffrés par 5 880 890 francs, soit 52 043 francs par feu, ce qui est considérable, et sur ces 5 880 890 francs, DEUX feux seulement comptent pour 3 500 000 francs, ce qui est tout bonnement effrayant.

C'est donc pour combattre et empêcher ces grands sinistres que le chef du service d'incendie réclame les moyens d'action qui lui manquent. Il formule ses besoins comme il suit :

Avoir les moyens de savoir vite,

D'arriver vite,

D'agir vite, et avec d'autres engins pour les grands incendies que ceux qui servent pour les feux de cabinet ou de cheminée.

Savoir vite. Il s'agit, on l'a déjà deviné, de l'extension du réseau télégraphique. Cette partie du livre n'étant que le développement des considérations exposées par l'auteur dans le numéro de la *Revue* du 20 janvier dernier, nous nous dispenserons de l'analyser. Disons seulement que cette fois il a joint à son livre deux cartes, l'une représentant la partie de la surface de Paris qui n'est point efficacement protégée par son régiment, partie qui se présente avec des dimensions inquiétantes; et celle, à peu près insignifiante, qui resterait soustraite à son action si l'on adoptait le système de postes-vigie qu'il avait proposé et que l'on a repoussé, nous nous demandons comme lui pour quelle raison, puisque l'on était disposé à accepter un système d'avertisseurs dont la première mise coûtait huit fois et l'entretien annuel quatre fois plus cher. Une statistique jointe à ces deux cartes établit que pendant les années 1878 et 1879 le chiffre des dégâts pour 1155 feux dans la zone protégée a été de 4 693 833 francs, ou 4064 par feu, et pour 498 feux dans la zone non protégée de 5 538 107 francs ou 11 120 francs par feu.

Encore une fois ces chiffres se passent de tout commentaire. Nous espérons donc que l'on va se hâter de créer ce second réseau télégraphique, nous espérons surtout qu'on y procédera moins compendieusement que pour le réseau actuel, que l'on a mis huit ans à établir ! ! !

Arriver vite. Ce résultat s'obtiendra par un système d'attelage sur lequel nous passons, et une augmentation du nombre des pompes à vapeur. Dans quelle proportion, et comment disposées?

L'auteur, considérant que Paris a sensiblement la forme d'un octogone un peu aplati du nord au sud, et dont le centre de figure coïncide à très peu près avec l'emplacement de l'état-major, étudie la question sur un octogone régulier qu'il divise en huit secteurs ayant pour base un des côtés du polygone et est amené par le calcul à reconnaître que l'emplacement le plus favorable, celui qui permet la concentration la plus rapide du côté du périmètre, et presque instantanée du côté du centre, de deux jusqu'à cinq pompes, est un point pris sur le rayon du cercle inscrit perpendiculaire à la base du secteur, équidistant du centre et de l'autre extrémité du rayon du cercle circonscrit qui forme l'un des côtés du triangle.

Transportant cette donnée dans la pratique, sur un plan de Paris divisé en huit secteurs ayant leurs angles au sommet, qui est l'état-major, égaux, et en modifiant, s'il y a lieu, le point théorique, suivant « le tempérament inflammable du secteur et des secteurs voisins, et la présence de larges voies de communication », il démontre qu'avec neuf pompes seulement pour tout Paris, mais neuf pompes attelées d'après le système qu'il propose et munies de réchauffeurs, il lui faudrait, dans l'hypothèse absolument invraisemblable d'ici bien des années où il aurait à le faire, pour concentrer et mettre en action cinq pompes au Point-du-Jour, vingt-quatre minutes, c'est-à-dire trois minutes de moins qu'il n'en faut aujourd'hui aux deux pompes à vapeur les plus rapprochées l'une de l'autre pour obtenir le même résultat sur le milieu de la ligne droite qui les réunit !

Agir vite : des réchauffeurs qui réduisent à deux ou quatre minutes le temps nécessaire pour que, la pompe arrivée en place, l'eau de la chaudière atteigne la pression suffisante; puis des bouches d'incendie rationnellement disposées, voilà les deux facteurs de rapidité d'action que réclame le colonel. Le second l'amène à une étude de la canalisation parisienne dans ses rapports avec son service, qui est peut-être la partie la plus intéressante du livre. Une bouche d'incendie doit satisfaire nécessairement à la première des trois conditions suivantes, et autant que possible aux deux autres :

1° Alimenter une pompe à vapeur;

2° Permettre d'alimenter directement les pompes à bras, sans intermédiaire de chaînes;

3° Permettre de substituer la pression naturelle de l'eau à la pression artificielle de la pompe, en recevant directement les tuyaux de projection.

L'auteur commence donc par relever le débit des bouches d'incendie existant actuellement; il constate que s'il atteint et dépasse même 5000 litres par minute sur quelques points heureusement situés, 2 à 3000 pour un nombre appréciable de bouches, il est inférieur à 1500 pour un nombre peut-être plus considérable, et même à 200 pour quelques-unes d'entre elles. Ces dernières ne pourraient donc même pas alimenter une pompe à bras, et la plupart des anciennes bouches une pompe à vapeur, qui exige un débit minimum de 1600 litres à la minute.

Du débit, l'auteur passe à la pression, essentiellement variable suivant la nature de l'eau (Ourcq, Seine, Vanne, etc.), l'altitude, le diamètre des conduites, etc., et menant de front, avec l'étude de cette pression, celle des pertes de force vive que subit l'eau sous l'influence des frottements à l'intérieur des tuyaux, il arrive à démontrer :

1° Que l'eau ne peut être utilisée directement, sans intermédiaire de pompe à bras, que sur les conduites où la pression égale ou dépasse trois atmosphères et demie;

2° Qu'avec la pression initiale de 3,50, la longueur maximum du tuyau est de 120 mètres, et que par suite les bouches de 100 millimètres ne doivent pas être espacées de plus de 100 mètres;

3° Que les pompes à vapeur n'ayant, *quant à la portée*, l'avantage sur les tuyaux montés directement à la bouche que jusqu'à 300 mètres, dans des circonstances exceptionnellement favorables, leur écartement ne doit pas dépasser 200 mètres pour l'effet utile de ces engins.

Appliquant ces résultats à la voirie et à la canalisation urbaines, l'auteur démontre qu'il faut 3200 bouches d'incendie pour assurer toujours et partout l'alimentation des pompes à vapeur et 4200 si l'on veut y joindre l'usage des dévidoirs à bras. Or, combien y a-t-il de bouches d'incendie à Paris?

Rien ne saurait mieux que la réponse à cette demande mettre en évidence la lamentable insouciance avec laquelle sont traitées des questions aussi vitales !

Dès 1876, un membre du conseil municipal jetait le cri d'alarme en constatant que Paris n'avait que 321 bouches d'incendie (et on a vu quelles bouches !), alors qu'il en faudrait « à profusion ». Or, au 1er janvier 1880, combien y en avait-il ?

« Toujours 321, répond l'auteur. Ce n'est qu'en février dernier qu'on a commencé à en faire de nouvelles ; il y en avait, au 1er juillet, 764 (aujourd'hui environ 920) à la Ville. »

On est encore, comme on le voit, loin de compte ! Espérons toutefois que, puisque les premiers pas sont faits, on ne s'arrêtera plus en chemin.

Le reste de l'ouvrage a un caractère plus financier que scientifique. L'auteur y soulève, entre autres, une très grosse question que nous serions bien étonnés de ne pas voir reprendre et développer dans le conseil municipal, qui s'en était déjà occupé, mais à un tout autre point de vue que le colonel. Ce dernier préconise en effet l'assurance directe, comme en Suisse, et affirme que la Ville en retirera de très gros bénéfices si elle donne au préalable, à son régiment, un matériel en rapport avec les intérêts qu'il a à sauvegarder.

L'ouvrage se termine par deux tableaux statistiques que nous reproduisons : le premier est le relevé du registre d'incendie du corps depuis 1872, le second est la statistique comparative des frais et des résultats obtenus dans les différentes villes d'Amérique dont l'organisation a été étudiée et Paris.

Années.	Feux : de cheminées.	Feux : petits.	Feux : moyens.	Feux : grands.	Total des feux.	Nombre de fausses alertes.	Total des appels d'incendie.	Dégâts : des petits feux.	Dégâts : moyenne par feu.	Dégâts : des moyens et grands feux.	Dégâts : moyenne par feu.	Total des dégâts.	Personnes retirées des sinistres : Mortes (1).	Personnes retirées des sinistres : Vivantes.	Sapeurs : morts au feu.	Sapeurs : blessés grièvement.	Sapeurs : blessés légèrement.
								Francs.	Francs.	Francs.	Francs.	Francs.					
1872	429	279	138	8	854	947	1801	62 577,00	224,29	3 150 490	21 578,69	3 776 067,00	11	24	»	9	15
1873	519	307	123	6	955	1113	2068	62 601,50	203,94	7 558 700	59 517,32	7 621 301,50	8	25	1	3	20
1874	660	372	126	6	1164	1025	2189	73 260,00	196,85	3 400 850	26 363,15	3 474 110,00	4	7	»	6	12
1875	951	443	144	5	1543	871	2414	76 647,00	173,00	4 027 990	27 401,30	4 104 637,00	6	50	»	5	15
1876	1039	460	188	18	1705	929	2634	89 469,50	194,91	10 578 850	52 631,14	10 668 219,50	10	16	2	3	33
1877	922	389	137	9	1457	512	1969	61 920,00	159,00	2 042 090	14 083,00	2 140 010,00	3	12	»	8	14
1878	1432	592	170	13	2207	185	2392	87 913,00	148,55	4 620 450	25 387,08	4 708 393,00	5	12	»	6	22
1879	1856	654	204	20	2734	124	2858	144 130,00	220,38	5 251 900	23 445,98	5 396 030,00	12	26	»	4	29

(1) Aucun de ces sinistres n'est le fait d'incendies : ils concernent *exclusivement* des victimes de chutes volontaires ou accidentelles dans les puits, d'éboulements, d'explosions, etc., mortes avant l'arrivée des secours.

Villes.		Population.	Alimentation journalière en eau : Totale.	Alimentation journalière en eau : Par tête d'habitant.	Nombre d'employés.	Proportion d'habitants pour 1 employé.	Nombre annuel d'incendies : Total.	Nombre annuel d'incendies : Par tête d'habitant.	Valeur annuelle des dégâts : Totale.	Valeur annuelle des dégâts : Par tête d'habitant.	Montant annuel des dépenses du service d'incendie : Total.	Montant annuel des dépenses du service d'incendie : Par tête d'habit. (3).	Valeur du matériel d'incendie.
			Mètr. cub	Litres.					Francs.	Francs	Francs.		Francs.
Paris		2 000 000	335 500	136	1740	1149	2734	0,0014	5 396 030 (2)	2,69	1 604 027	0,80	331 200
New-York	1875	1 041 886	»	»	»	»	1418	0,0013	12 000 000	11,51	»	»	»
	1879	1 207 000	939 097	778	739	1517	»	»	»	»	6 408 850	5,30	»
Philadelphie	1876	817 448	»	»	»	»	810	0,0009	6 834 520	8,36	»	»	»
	1879	843 000	»	»	»	»	»	»	»	»	2 200 000	2,61	»
Chicago		474 000	»	»	396	1197	478	0,0010	1 608 164	3,39	2 935 832	6,19	5 027 655
Boston	1875	341 929	»	»	»	»	483	0,0014	2 706 350	7,91	»	»	»
	1879	360 000	»	»	619	581	»	»	»	»	2 841 920	7,89	1 536 425
Baltimore		350 000	»	»	199 (1)	1758	123	0,0003	1 058 899	3,02	811 884	2,32	»
San-Francisco		212 932	231 457	1086	294	724	254	0,0012	1 772 590	8,32	1 280 009	6,01	»

(1) Non compris le personnel télégraphique.

(2) Ce chiffre est sensiblement égal à la moyenne de 1872 à 1879, qui est de 5 236 096.

(3) Nous croyons devoir donner ce même chiffre pour quelques villes d'Europe, en 1878 : Brême, 1,57 ; Christiana, 2,8 ; Hambourg, 2,12.

En somme, le livre de M. le colonel Paris, intéressant pour tous les Parisiens, et surtout pour ceux que leurs fonctions attachent aux services municipaux ou mettent en rapport avec eux et les propriétaires de grands établissements in-

dustriels, sera nécessairement consulté avec fruit par les municipalités et officiers de pompiers des grandes cités de province, qui voudraient y établir un service rationnel de protection contre le feu.

FACULTÉ DES SCIENCES DE PARIS

THÈSE POUR LE DOCTORAT

M. BOUTROUX

Sur une fermentation nouvelle de la glycose (1).

M. Boutroux a étudié, par la méthode que M. Pasteur a appliquée si heureusement aux fermentations, l'action d'un micro-organisme particulier qui se trouve parfois dans le moût de bière des brasseurs et qui rend le moût acide. Il y a deux parties dans ce travail intéressant; la première partie est consacrée à l'étude morphologique et physiologique du ferment. Dans la seconde partie, M. Boutroux a examiné l'action chimique que le ferment exerce sur la glycose.

La semence primitive, origine de toutes les cultures, est le fond d'une bouteille de bière ordinaire; une goutte étant introduite dans de l'eau de malt sucrée, il se développe de la levure et d'autres micro-organismes. En ensemençant successivement plusieurs vases avec les précautions habituelles, on peut faire disparaître la levure et les autres impuretés. Au bout d'un certain nombre de générations, l'organisme qui transforme le sucre en acide est isolé.

La semence jeune se présente sous la forme de cellules ovales ou sphériques, tantôt isolées, tantôt groupées en chapelets sinueux, tantôt encore, serrés les unes contre les autres, avec une vague disposition monéliforme. Ces cellules ont des noyaux; mais, à mesure qu'elles se multiplient, les noyaux disparaissent, les cellules diminuent de grosseur. Au bout de quelques mois, elles ont formé des filaments irréguliers et assez allongés. Ces filaments, ensemencés dans un milieu convenable, donnent lieu à une grande acidité. En même temps, des cloisons apparaissent qui séparent en plusieurs articles le filament. Ces articles reprennent la forme de grains du début. Ainsi, la forme filamenteuse caractérise les cellules vieillies; la forme granuleuse, les cellules jeunes. Si on fait vivre l'organisme dans un milieu dépourvu d'azote, il prend la forme filamenteuse.

En le faisant vivre dans un ballon contenant de l'air, on constate qu'il absorbe l'oxygène, lequel est en partie remplacé par de l'acide carbonique. Non seulement le ferment absorbe l'oxygène, mais encore il ne peut se développer sans oxygène. Toutefois, la privation de ce gaz ne le tue qu'au bout d'un assez long temps. L'acide carbonique s'oppose au développement, mais ne tue pas la semence, au moins pendant quelques jours. Dès qu'on remplace l'acide carbonique par l'oxygène, le développement renaît très intense. Quant aux liquides nécessaires à la vie du ferment, c'est l'eau de levure qui donne les meilleurs résultats. Le sucre candi, le sucre interverti et la glycose sont aptes à être acidifiés par le ferment, mais c'est la glycose qui est transformée le plus vite. Quant au sucre de lait, il n'est pas modifié. Ainsi, le meilleur liquide, c'est de l'eau de levure additionnée de glycose.

La limite supérieure de l'acidité est variable : elle est, en tout cas, inférieure à 73 (volume d'eau de chaux nécessaire pour saturer 20^{cc} de liqueur acide). Que, si l'on prend soin d'ajouter de la craie de manière à neutraliser l'acide à mesure qu'il se forme, on finit par obtenir des quantités d'acide considérables, allant jusqu'à 263. Lorsqu'on a poussé la fermentation aussi loin que possible on constate que la matière sucrée, qui reste en très petite quantité, n'est pas de la glycose fermentescible. Ainsi, le mélange de 1/4 d'eau de levure et 3/4 de glycose à 20 pour 100, avec de la craie en excès et de l'oxygène sans cesse renouvelée, subit une fermentation complète.

La température la plus favorable au développement est comprise entre 30° et 35°. A partir de 37°, le développement est pénible et devient impossible à 40°. La température de 55° est mortelle pour la forme vieille et celle de 60° pour la forme jeune.

Les cellules peuvent rester inactives pendant un très long temps (trois ans) sans mourir.

Cet organisme, qui agit ainsi sur la glycose, agit sur l'alcool comme le *Mycoderma aceti,* c'est-à-dire qu'il le transforme en acide acétique. Réciproquement, M. Boutroux a montré que le *Mycoderma aceti* peut acidifier la glycose comme le nouvel organisme. M. Boutroux ne pense pas qu'il y ait identité entre lui et le Mycoderma aceti et il propose d'appeler la nouvelle forme qu'il a observée *Micrococcus oblongus*. Pour ce qui est des procédés techniques employés pour la culture de ce Micrococcus, nous renvoyons au mémoire de l'auteur.

Pendant la fermentation, il se produit un peu d'acide carbonique, mais on n'observe ni alcool, ni acide volatil, ni aucune autre substance volatile. Il reste une glycose qui diffère un peu (?) de la glycose fermentescible ordinaire. Le produit principal est un acide qui, dans les fermentations faites en présence de la craie, donne des cristaux de sel de chaux. En traitant la masse solide, bien exprimée dans des doubles de papier buvard, par l'alcool bouillant, on obtient le sel à peu près pur. On peut alors, par double décomposition, préparer des sels d'ammoniaque, de plomb, etc.

Tous les sels sont solubles dans l'eau, sauf le sel basique de plomb; tous sont insolubles, ou très peu solubles, dans l'alcool. L'acide est soluble dans l'alcool; il se décompose facilement par la chaleur (même à 58°); et comme il a une consistance gommeuse, il est très difficile à déshydrater complètement. L'analyse donne la formule $C^{12}H^{12}O^{14}$; l'analyse du sel de chaux donne : $C^{12}H^{11}CaO^{14} + HO$; l'ana-

(1) C'est à tort que M. Boutroux dit : le glucose. M. Berthelot met toujours ce mot au féminin. C'est aussi l'opinion de M. Littré qui dit : la glycose.

lyse du sel d'ammoniaque donne : $C^{12}H^{12}O^{14}, AzH^{3}$; celle du sel de baryte : $C^{12}H^{11}BaO^{14} + HO$. Il est donc probable que la formule $C^{12}H^{12}O^{14}$ est celle qui répond à l'acide formé. Cette formule est celle de l'acide gluconique que Hlasiwetz et Habermann ont obtenu en traitant la glycose par le chlore; mais l'acide gluconique réduit la liqueur de Fehling, tandis que l'acide de M. Boutroux ne la réduit pas : il propose d'appeler acide *zymogluconique* l'acide qui résulte de la fermentation de la glycose par le *Micrococcus oblongus*.

La formation d'un équivalent d'acide zymogluconique correspond à la destruction d'environ un équivalent de glycose et à l'absorption d'environ deux équivalents d'oxygène. La réaction fondamentale est donc une simple oxydation $C^{12}H^{12}O^{12} + O^{2} = C^{12}H^{12}O^{14}$. Quant à la petite quantité d'acide carbonique dégagé, elle vient probablement de la respiration du Micrococcus.

En résumé, cette curieuse transformation de la glycose n'est pas une fermentation proprement dite, si l'on réserve ce mot pour les modifications profondes accompagnées de dégagement de gaz que subissent les matières fermentescibles sous l'influence des micro-organismes. C'est une simple combustion partielle aboutissant à la formation d'un composé peu différent de la matière première. L'organisme qui l'a produit, au lieu d'être anaérobie, comme dans les cas des fermentations avec dégagement de gaz, est essentiellement aérobie. Cette transformation doit être rapprochée de la fermentation acétique de l'alcool ou ammoniacale de l'urée. Cependant le Micrococcus ne sécrète aucun ferment soluble (comme le ferment de l'urée) : c'est un simple agent d'oxydation capable de transporter l'oxygène libre sur la glycose ou l'alcool, pour déterminer une combustion partielle de ces corps.

Au point de vue pratique, le *Micrococcus oblongus* est un ennemi redoutable pour le brasseur. Il transforme la glycose du moût de bière en acide zymogluconique, reste vivant pendant la fermentation alcoolique, puis, celle-ci terminée, transforme la bière en vinaigre. Mais c'est un ennemi facile à détruire, puisqu'il ne résiste pas à une température de 60° maintenue pendant quelques minutes.

GÉOGRAPHIE

La mission scientifique française dans le Turkestan.

Des renseignements particuliers nous apprennent que les membres de la mission française dans le Turkestan (1) étaient arrivés à Semipalatinsk dans les premiers jours d'octobre. Ils comptaient atteindre en peu de temps les frontières du Turkestan et se trouver à la fin du mois à Tachkend, ville importante du khanat de Khokand, à 200 kilomètres nord de Khokand.

Partis de Moscou le 5 septembre, nos compatriotes arrivaient le 6 à Nishni-Novgorod et continuaient leur route jusqu'à Perm en remontant la Volga et la Kama. Le temps était tellement mauvais que leur bateau dut stopper pendant toute une nuit sur le fleuve. De Perm, le chemin de fer nouvellement construit, qui traverse l'Oural en ligne brisée, les conduisit à Iékatherinenbourg, ville de 40 000 habitants à 290 kilomètres sud-est de Perm, aujourd'hui centre d'un commerce actif depuis la construction du chemin de fer qui la relie à Nishni-Novgorod.

Les membres de la mission se louent beaucoup du général Ignatieff, gouverneur de Nishni, qui leur a donné des détails fort intéressants sur l'importance chaque jour croissante du commerce de cette ville, sur l'aménagement de la ville chinoise, du « Kitaiski dvor », nom que l'on donne au quartier commerçant, et sur les réformes qu'il conviendrait d'apporter à l'état de choses actuel, au point de vue de la salubrité et des précautions à prendre contre les incendies toujours si redoutables dans les villes russes.

A Perm, le gouverneur leur facilita les moyens d'obtenir sans retard les chevaux dont ils avaient besoin.

Le 16 septembre, l'expédition quittait Iékatherinenbourg: elle se composait de deux tarantasses (voiture en bois non suspendue) et d'une teléga qui cahotèrent les voyageurs sur une route détestable, malgré les réparations qui venaient d'être faites en vue du passage prochain du gouverneur général, jusqu'à Omsk, capitale de la Sibérie occidentale, où ils arrivèrent huit jours après.

Il résulte des indications recueillies par les membres de la mission auprès des habitants d'Omsk, qui ont visité les frontières septentrionales du Turkestan et la *région de* l'estuaire de l'Obi, que ce fleuve paraît destiné aujourd'hui, grâce aux travaux de Nordenskiöld et d'autres voyageurs russes, à jouer un rôle important au point de vue de l'échange commercial entre les pays orientaux et occidentaux. La première transaction commerciale par l'Obi s'est faite, il y a deux ans, au cap Lidensilta, par un bâtiment danois chargé de riz et d'étoffes. Le jour où l'hydrographie de l'estuaire de l'Obi aura été complétée, le commerce, déjà très actif, augmentera certainement d'importance. Une commission doit partir d'Omsk l'an prochain pour étudier le cours de l'Obi. Dès maintenant on peut considérer ce fleuve comme une des grandes artères sibériennes.

On doit prolonger le chemin de fer de Iékatherinenbourg à Tjûmen et créer ainsi une route commerciale d'une grande importance pour la Russie d'Europe. Mais cette route ne saurait faire oublier la route navale que le commerce est appelé à suivre dans peu de temps. Le général Kaznakoff gouverneur d'Omsk a déjà fait beaucoup : malheureusement, le mauvais état des finances depuis la guerre russo-turque paralyse sa bonne volonté.

L'état des routes postales dans le Turkestan est, paraît-il, très mauvais. Une disette de fourrages a fait périr un grand nombre de chevaux, et amené, comme conséquence, la faillite de l'entrepreneur des postes dans le Turkestan.

Quoi qu'il en soit, les membres de l'expédition paraissent pleins d'espoir dans le succès de leur voyage et pensent qu'ils surmonteront tous les obstacles qui pourront se dresser devant eux.

Nous tiendrons nos lecteurs au courant de cet intéressant voyage.

---

(1) Voir *Revue scientifique*, p. 288.

BULLETIN DES SOCIÉTÉS SAVANTES

Académie des sciences de Paris

SÉANCE DU 9 NOVEMBRE 1880.

M. *Berthelot* a mesuré, il y a quelque temps, les chaleurs de formation du diméthyle et de l'hydrure d'éthylène en les tirant de leurs chaleurs de détonation. Ayant trouvé celle-ci égale à + 388^{cal},8 pour le diméthyle, il en résultait + 6^{cal},2 pour la chaleur dégagée dans la formation de ce carbure par les éléments. De nouvelles mesures ont donné + 389,3.

Pour obtenir des chiffres aussi élevés, il convient d'employer le gaz de l'électrolyse des acétates, soigneusement purifié d'étylène et d'oxyde de carbone. L'oxyde de carbone accompagne communément le diméthyle, et sa présence, facile àméconnaître, est particulièrement nuisible : chaque centième de diméthyle remplacé par un volume équivalent d'oxyde de carbone abaisse la chaleur de combustion de 2^{cal},5 lorsqu'on la calcule d'après le poids de l'acide carbonique.

La chaleur de formation définitive du diméthyle est donnée pari 2 (C^2 diamant + H^3) = $(C^2H^3)^2$ dégage + 5^{cal},7.

Les relations thermiques calculées entre le diméthyle et les composés méthyliques qui le régénèrent ne sont pas fort différentes de celles qui existent entre l'hydrogène, ou les métaux facilement réductibles, et leurs combinaisons binaires. Mais il y a cette différence essentielle que l'hydrogène et les métaux jouent le rôle de radicaux au double point de vue de l'analyse et de la synthèse; tandis que le diméthyle, formé par analyse aux dépens des composés méthyliques, ne les régénère point en général par des synthèses directes : c'est un radical fictif. Cependant il joue encore le rôle de radical jusqu'à un certain point vis-à-vis du formène, puisqu'il le régénère au rouge, en vertu d'un certain cycle de réactions réversibles. A cet égard, on peut remarquer la transition qui existe entre les radicaux simples, le cyanogène et le diméthyle. Le cyanogène, en effet, produit par analyse, régénère par synthèse directe l'acide cyanhydrique et les cyanures métalliques; mais il est aussi transformable, dans certains cas, en composés éthyliques dans lesquels le carbone est aussi condensé que dans le cyanogène, et par conséquent deux fois autant que dans l'acide cyanhydrique.

Les relations entre le diméthyle et les composés éthyliques sont exprimées par les substitutions et par des combinaisons.

Les chaleurs dégagées vont en diminuant du chlore au brome, à l'iode suivant des différences analogues, en demeurant toujours plus grandes, dans la série éthylique. La série forménique au contraire donne des chiffres moindres que les séries éthylique et hydrogénée.

On voit par là qu'une même réaction de substitution dans les deux séries ne répond pas aux mêmes quantités de chaleur, pas plus que dans les séries formées par deux métaux différents.

Il en résulte encore que les relations thermiques qui peuvent exister entre les carbures homologues ne se conservent pas d'une manière nécessaire entre leurs dérivés, bien que la ressemblance de ceux-ci doive aller croissante à mesure que la différence constante nC^2H^2 s'accumule.

Pour les substitutions simples, le signe thermique des réactions demeure le même que dans la série des composés métalliques, les valeurs numériques se rapprochant plutôt des métaux tels que l'argent, le cuivre, le plomb, le mercure que des métaux alcalins.

La formation des éthers des hydracides au moyen des alcools (tous corps gazeux) dégage, dans la série méthylique :



$$C^2H^4O^2 + RCl = C^2H^3R + H^2O^2.$$

Dans la série éthylique, $C^4H^6O^2 + RCl = C^4H^5R + H^2O$.

Il y a un dégagement de chaleur très notable dans tous les cas, les éthers éthyliques l'emportant un peu sur les éthers méthyliques d'une part, et d'autre part les éthers iodhydriques surpassant les éthers des autres hydracides, ce qui s'accorde avec la formation plus rapide de l'éther iodhydrique constatée par M. Villiers.

La formation des éthers au moyen des carbures d'hydrogène et des hydracides fournit trois nombres voisins, sans être identiques, à peu près comme les chaleurs de formation des sels ammoniacaux (solides) des mêmes hydracides. L'ordre de grandeur des chaleurs dégagées dans les deux groupes serait à peu près le même si l'on pouvait rapporter la formation des éthers à l'état solide.

La chaleur de formation des éthers d'oxacides organiques est beaucoup plus faible, comme on pouvait le prévoir.

Au contraire, la formation du bromure d'éthylène gazeux avec ses composants gazeux dégage une quantité de chaleur (+29,1) peu différente de l'éther bromhydrique (+32,9) dans les mêmes rapports de volume.

Les chaleurs de formation des éthers éthyliques d'hydracide (éthers primaires) surpassent beaucoup celles des éthers formés par l'amylène.

L'écart est du même genre que celui qui distingue les sels ammoniacaux des acides forts ($AzH^3 + HCl$: + 42,5) des sels des acides faibles ($AzH^3 + HCy$: + 20,5), relation conforme aux stabilités relatives des deux groupes d'éthers, aussi bien que des deux groupes de sels ammoniacaux.

— M. *Éd. Hébert* communique ses recherches sur la craie supérieure du versant septentrional des Pyrénées; il comprend, sous le nom de craie supérieure, toutes les assises crétacées plus récentes que les calcaires à *Hippurites cornuvaccinum*, partie supérieure de l'étage turonien. C'est dans la région occidentale des Pyrénées que cette série est la plus complète.

Les assises crétacées les plus anciennes sont, pour cette région, des grès micacés que l'on rencontre entre Rébénac et Gan. Une faille considérable a relevé, au sud de Rébénac, les couches néocomiennes. Une épaisse série de marnes schisteuses et de grès micacés se montrent au nord de Rébénac, et on peut l'étudier en détail le long de la route de Gan.

— M. *Boiteau*, conformément au désir exprimé par la commission supérieure du phylloxera, a continué ses recherches sur la biologie du phylloxera et l'étude d'un des principaux moyens de destruction, c'est-à-dire l'action du sulfure de carbone combinée avec les badigeonnages de la partie inférieure de la souche.

L'étude des insectes sexués et de leur descendance, qui est le seul point des mœurs encore inconnu dans l'histoire du phylloxera, a été gênée à tel point qu'il a été de toute impossibilité de faire une seule observation valable.

L'année dernière, les migrations des sexués avaient été fortement entravées; mais on constatait encore beaucoup de

leurs produits; cette année il est très difficile d'en trouver les traces. Au point de vue de la reproduction et de la perpétuation de l'espèce, il y a là un fait qui sera avantageux à nos vignobles, et ces conditions météorologiques, qui ont également nui d'une manière très sérieuse à la diffusion des aptères, maintiendront les foyers dans leurs anciennes limites, en même temps qu'il pourra y avoir diminution dans le nombre des insectes. D'un autre côté, cette humidité constante ayant favorisé l'émission d'un chevelu abondant, on verra, l'année prochaine, de même qu'on l'a vu cette année, plusieurs vignobles s'améliorer dans leur état.

Le sulfure de carbone a été employé, pendant l'année qui vient de s'écouler, sur de larges surfaces relativement aux années précédentes, et, cette année, les demandes se multiplient avec une telle activité, que des surfaces considérables seront soumises au traitement de cet insecticide. Malgré les désastres considérables de certaines contrées et les atteintes si largement constatées dans presque tous les vignobles, il est certain que la majeure partie des vignes qui existent encore serait sauvée ou du moins conservée pendant de longues années. Le sulfure de carbone, si redouté il y a deux ou trois ans par nos populations viticoles, tant au point de vue de ses effets sur les personnes que sur le végétal, entre dans nos mœurs, et, ce qui est d'un bon augure, c'est que le petit propriétaire, le cultivateur lui-même le demandent et le préconisent. Il faut multiplier le moins possible les injections, mais cependant il faut au moins en mettre deux par mètre carré. Le rayon insecticide efficace ne dépasse jamais $0^{m},35$ ou $0^{m},40$.

La dose par injection varie suivant le nombre de trous qui entrent dans un hectare, nombre qui peut aller de 20 000 à 35 000. La quantité de sulfure par mètre carré doit être en moyenne de 15 à 20 grammes. Cette dose est suffisante l'hiver, et les résultats qu'on obtient sont très remarquables.

A cela il faut ajouter le traitement complémentaire qui consiste à badigeonner la partie inférieure des ceps et la base des premières racines avec un mélange de chaux, 5 ou 6 parties, et d'huile lourde de coaltar, 1 partie, le tout étendu de 8 ou 10 parties d'eau. Cette solution doit être employée au printemps avant le réveil des hibernants.

Dans les vignes en bon état, un traitement alterné de deux ans l'un suffit généralement.

— M. *Henneguy* a constaté que dans l'Hérault les deux tiers des vignes sont détruits : l'arrondissement de Béziers seul produit encore du vin ; cependant à Launac, près de Montpellier, on trouve plusieurs hectares de vignes dont l'aspect rappelle celui qu'avaient autrefois les campagnes du Gard et de l'Hérault. La partie du vignoble qui existe encore ne doit sa conservation qu'aux traitements réitérés par le sulfocarbonate de potassium.

Les viticulteurs ont à leur disposition trois modes de traitement, les sulfocarbonates, le sulfure de carbone et la submersion, dont l'efficacité ne paraît plus discutable et dont le prix de revient est largement compensé par le revenu que donne la vigne ; mais, quel que soit le mode de traitement employé, il ne sera efficace qu'autant qu'il sera répété chaque année, du moins pendant un certain temps, et qu'il sera étendu à toute la surface du vignoble.

Parmi les divers procédés essayés pour détruire l'œuf d'hiver, celui qui paraît donner les meilleurs effets consiste à priver la souche des écorces sous lesquelles l'œuf est pondu.

Le décorticage des souches, pratiqué chaque année, en même temps que le traitement au sulfure de carbone, p M. Sabati, a donné de très bons résultats. Les vignes de M. S bati se distinguent à première vue, par leur végétation lux riante, de celles de ses voisins, qui ne font aucun traitemen M. Sabati fait observer que les vignes de deux à trois ans r peuvent être décortiquées sans danger.

L'attention a déjà été plusieurs fois appelée sur la recon stitution spontanée des vignes phylloxérées. Cette anné principalement, plusieurs cas de ce genre ont été signalé dans l'Hérault, l'Ardèche et la Charente.

Les vignes qui semblent ainsi reprendre leur végétation sont loin de n'avoir plus d'insectes, et cette régénération n'est que momentanée. Si l'on arrache, en effet, une souche présentant de nouvelles pousses, on constate que le système radiculaire est à peu près complètement détruit ; les grosses racines sont mortes ou même pourries ; les phylloxeras ont naturellement disparu de leur surface, mais ils se sont réfugiés sous les écorces de la partie souterraine de la souche, qui a conservé encore quelque vitalité.

Si, comme l'année dernière et cette année, les pluies ont été abondantes et ont entretenu dans le sol une humidité suffisante, de jeunes racines prennent naissance au-dessous du collet de la souche et suffisent à donner à la vigne la sève nécessaire pour pousser des sarments.

L'essaimage s'étant produit cette année fort tard et dans de mauvaises conditions, il est probable qu'il y aura peu d'œufs d'hiver pondus et que, par conséquent, la propagation du phylloxera se fera difficilement.

— M. *E. West :* Sur les équations algébriques; examen des propositions d'Abel.

— M. *Ed. Moride* communique un nouveau mode de préparation et de conservation des viandes sous un très petit volume et à un état de division extrême.

Le procédé consiste à faire passer dans des machines appropriées de la viande crue désossée et privée de tendons, avec des substances alimentaires azotées qui ont la propriété d'absorber l'eau de constitution de la viande et peut-être de former avec elle certaines combinaisons organiques encore indéterminées. On sèche le tout à l'air ou dans une étuve chauffée à basse température; on pulvérise ensuite et on tamise.

La poudre qui provient de cette opération est d'une belle couleur grise ou jaunâtre, d'un goût agréable et d'une utilisation facile. En l'aglomérant avec de l'eau gommée, de l'albumine ou des graisses, on en constitue des tablettes, des cylindres et des cubes de tous poids, qu'on peut diviser ensuite, selon les besoins, pour en faire des potages, des sauces ou des biscuits.

« 1° Cette poudre, dit l'auteur, à laquelle on a donné le nom de *nutricine,* renferme tous les éléments contenus dans la viande crue et à l'état où ils s'y trouvent ; cela est si vrai, que le sang ainsi transformé conserve toutes ses propriétés de solubilité, de coloration et de coagulation sous l'influence de la chaleur; 2° la viande qui constitue la nutricine n'ayant pas subi de cuisson est d'une assimilation plus parfaite que la viande cuite; 3° à poids égal, la nutricine est plus azotée et plus nourrissante que la viande elle-même.

« L'azote de la nutricine s'élève donc à plus de 5 pour 100, quand l'azote dans la viande fraîche n'est au maximum que de 4 pour 100.

« Le même système de conservation, appliqué au sang ou à la viande de cheval, aux débris des abattoirs, donne des

résultats avantageux pour la nourriture des chiens, des porcs, des poulets et des canards. »

— M. *le Secrétaire perpétuel* signale, dans la correspondance, un grand nombre de nouvelles demandes de graines des vignes du Soudan, annoncées par M. Lécard.

M. le secrétaire perpétuel croit devoir, à ce sujet, donner lecture à l'Académie du passage suivant, qui forme la conclusion d'une brochure récente, adressée par M. Lécard :

« Dans cette trop courte notice, écrite sous forêt et en plein Soudan, je crois avoir démontré l'importance de ma découverte des vignes annuelles du centre de l'Afrique et la facilité de soumettre ces précieuses plantes à la culture dans tous les pays qui jouissent de trois à quatre mois d'une température moyenne de 15° à 16° de chaleur, aussi bien que dans les pays les plus chauds du globe. J'emporte du Soudan toutes les graines que j'ai pu recueillir, pour les céder aux Sociétés, aux établissements publics et aux cultivateurs qui m'en feront la demande. »

— MM. *P. Hautefeuille* et *J. Chappuis* résument leurs expériences sur les mélanges d'oxygène avec le chlore, l'azote, l'hydrogène et le fluorure de silicium, et en comparent les résultats avec ceux obtenus par M. Berthelot en décomposant l'acide carbonique par l'effluve électrique.

Le chlore et l'oxygène libres étant regardés comme ne pouvant se combiner directement, on pouvait penser qu'un mélange de ces deux gaz fournirait de l'ozone et s'enrichirait en oxygène actif beaucoup plus rapidement qu'un mélange d'oxygène et d'azote, car la présence du chlore ne devait pas s'opposer, comme le fait celle de l'azote, à l'emploi de fortes tensions électriques, qui sont les seules vraiment efficaces pour faire beaucoup d'ozone en peu de temps, mais qui, dans le cas d'un mélange d'azote et d'oxygène, donnent naissance à de l'acide hypoazotique.

Mais un pareil mélange ne fournit pas d'ozone et une très petite quantité de chlore suffit pour s'opposer à la transformation isomérique de l'oxygène. Bien plus, si l'on introduit dans de l'oxygène ozonisé un volume même très petit de chlore, l'ozone se détruit complètement, pendant l'acte de l'électrisation, en un temps comparable à celui qu'on avait dû employer pour le produire. Les auteurs pensent qu'il se forme un composé chloré dont l'instabilité donnera la clef de cette décomposition.

L'azote mélangé à l'oxygène permet de transformer en ozone une proportion d'oxygène généralement plus forte que si ce gaz était soumis seul à l'effluve sous la pression qu'il supporte dans le mélange gazeux.

L'hydrogène mélangé à l'oxygène ne s'oppose pas à la formation de l'ozone, ce qu'on aurait pu prévoir, M. Berthelot ayant observé que l'hydrogène et l'oxygène ne se combinent pas sous l'influence de l'effluve à faible tension. L'oxygène s'ozonise en présence de l'hydrogène et à une même température et à une même pression d'oxygène la proportion d'ozone est notablement plus grande qu'en présence de l'azote.

L'oxygène, soumis à l'effluve en présence du fluorure de silicium, se transforme partiellement en ozone; la teneur en ozone, difficile à fixer rigoureusement, ne paraît pas inférieure à 0,40. Cette forte proportion d'ozone est obtenue avec un mode de décharge aussi différent que possible de la véritable effluve, car c'est la pluie de feu très lumineuse, qui détermine ici la transformation de l'oxygène.

Les résultats de ces expériences rappellent, par la forte proportion d'oxygène actif, ceux de M. Berthelot sur la décomposition de l'acide carbonique par l'effluve. Ils pourraient conduire à faire un choix entre les deux interprétations données des propriétés oxydantes que possèdent les produits de la décomposition de cet acide, savoir la formation d'un acide percarbonique ou la transformation en ozone d'un tiers au moins de l'oxygène mis en liberté, car les expériences faites avec le fluorure de silicium indiquent cette proportion d'ozone comme parfaitement compatible avec les propriétés de l'ozone dilué dans un gaz.

Dans l'étude de la transformation isomérique de l'oxygène, la distinction des différentes pluies de feu entre elles et avec l'effluve n'est donc pas moins nécessaire à signaler que celle déjà ancienne entre l'effluve et les étincelles.

— M. *A. Ditte* a remarqué que, lorsqu'à une température donnée, on fait passer du chlore dans une liqueur renfermant un excès de chlorure de plomb et des quantités croissantes d'acide chlorhydrique, ce gaz, agissant d'abord sur le chlorure dissocié par l'eau, forme du bioxyde de plomb et de l'acide chlorhydrique, entre lesquels s'établit un état particulier d'équilibre; la quantité d'acide augmentant, il se produit des quantités de plus en plus grandes de chlorhydrate perchloruré de plomb, toujours dissocié, de telle manière que la liqueur renferme constamment de l'acide chlorhydrique et du chlore libre qui se dégage dès que sa proportion dépasse celle qui correspond au degré de dissociation du chlorhydrate dans les conditions de l'expérience. Les choses se passent ainsi tant que la liqueur ne contient de l'acide chlorhydrique que sous la forme d'hydrate stable; mais, dès qu'elle renferme de l'acide anhydre, comme la transformation des hydrates stables d'acide chlorhydrique en hydrates dissociables absorbe de la chaleur, la liqueur concentrée donne lieu à une réaction d'un autre ordre due à l'action de l'acide anhydre de l'hydrate dissociable qu'elle renferme, et il s'établit un nouvel état d'équilibre; le chlorhydrate perchloruré se décompose à mesure que la quantité d'hydrate dissociable augmente, c'est-à-dire en même temps que la liqueur se concentre davantage; sa décomposition est, d'ailleurs, d'autant plus incomplète que la température à laquelle on opère est plus basse.

M. Isambert rappelle que l'iodure de palladium mis en contact avec le gaz ammoniac sec absorbe ce corps pour donner naissance à l'iodure $PdI\,2\,AzH^3$, qu'on appelle *iodure de palladammonium*. Chauffé dans le vide, cet iodure dégage le gaz ammoniac auquel il était combiné, et la tension du gaz, constant à la même température, est de 1 atmosphère à 110°. Quand la moitié du gaz a été chassée, la tension diminue rapidement, et c'est à 235° seulement qu'on obtient de nouveau une tension constante de l'atmosphère avec l'iodure de palladammonium $PdI\,AzH^3$ qui reste comme résidu de la première expulsion. Le chlorure de palladium anhydre se comporte de la même manière.

L'auteur a complété cette étude par la mesure des chaleurs de combinaison du gaz ammoniac avec ces corps. La méthode générale employée par lui pour d'autres chlorures ammoniacaux s'applique bien pour les composés $PdI\,2\,AzH^3$ et $PdICl, 2\,AzH^3$. Il a trouvé 15 calories, 56 pour la chaleur de combinaison de 1 équivalent de gaz ammoniac avec le chlorure $PdCl\,AzH^3$. 1 équivalent de gaz ammoniac en se combinant avec $PdI\,AzH^3$ a donné 12 calories, 88.

Le protochlorure de platine anhydre dégage encore plus de chaleur en se combinant au gaz ammoniac ; le même pro-

cédé direct a donné 31 calories, 35 pour la chaleur de formation de $Pl Cl + Az H^3$.

Ses expériences montrent qu'il n'y a pas de différence essentielle entre des combinaisons capables de donner naissance à des chlorures ammonio-métalliques et celles que l'on a désignées seulement sous le nom de *chlorures ammoniacaux*. La chaleur de combinaison est seulement plus grande dans le premier cas que dans le second, et c'est cette différence qui augmente la résistance du composé à l'action des acides.

On remarque entre les tensions de dissociation et les chaleurs de combinaison une relation en vertu de laquelle on peut dire que les tensions de dissociation sont d'autant plus faibles à la même température que la chaleur de combinaison est plus grande.

— M. *A. Béchamp* a voulu étudier la formation du chloroforme par l'alcool et le chlorure de chaux.

Pour résoudre le problème, il a fait plusieurs expériences qui l'ont conduit à affirmer que le chloroforme se produit sans dégagement de gaz : le boursouflement est dû exclusivement au chloroforme qui se trouve dans un milieu dont la température est plus élevée que son point d'ébullition et grâce à la tension de sa vapeur; le dégagement gazeux ne commence que lorsqu'il a complètement distillé et que la température s'élève pour atteindre celle qui est nécessaire pour faire bouillir le mélange de chlorure de chaux et d'eau.

— M. *A. Villot* remarque que l'état adulte est caractérisé chez les dragonneaux par l'atrophie de l'appareil digestif, le développement des organes génitaux, des téguments, de l'appareil musculaire et du système nerveux.

Chez la larve du *Gordius* on trouve, à la place de l'organe cérébroïde, un véritable anneau qui livre passage à l'œsophage et qui est l'homologue de celui qu'on observe chez tous les nématoïdes. La transformation du collier œsophagien en un ganglion céphalique, chez les dragonneaux adultes, est la conséquence de la disparition de l'œsophage. La réunion des centres médullaires en un seul cordon, situé dans la région ventrale, résulte de ce fait qu'il n'existe, chez les gordiens, ni champs latéraux, ni lignes submédianes, ni ligne dorsale.

Le système nerveux des Gordiens jouit de propriétés absorbantes très remarquables qui peuvent, dans certaines conditions, lui donner l'apparence d'un véritable appareil vasculaire. L'eau y pénètre avec la plus grande facilité et y cause de singulières altérations pour peu que l'animal perde de sa vitalité.

— M. *Daubrée* présente, au nom de l'auteur, M. de Botella, inspecteur général des mines, la carte géologique de l'Espagne, qui vient d'être publiée et dont l'Académie avait déjà reçu le manuscrit en décembre 1878.

CHRONIQUE

Faculté de médecine de Paris. — Dans la séance de jeudi 11 novembre, l'assemblée des professeurs a arrêté la liste de présentation relative à la chaire de pathologie chirurgicale, en remplacement de M. Trélat, nommé professeur de clinique chirurgicale, par suite du décès de M. Broca.

Voici quel a été le résultat de ce vote :
En première ligne, M. Duplay;
En seconde ligne, M. Tillaux;
En troisième ligne, M. Lannelongue.

— Photophone de Bell. — De nouvelles expériences ont été faites mardi dernier dans la grande salle de la Bourse, à neuf heures du soir, par MM. Bell et Antoine Breguet. La distance qui séparait le transmetteur du récepteur était de 50 mètres, au lieu des 15 mètres des expériences précédentes. Il était intéressant de constater que l'articulation était plus nette, bien que la distance fût plus longue, ce qui confirme pleinement les idées de M. Bell, que nous avons exposées dans la *Revue* du 9 octobre, page 358. La lumière électrique *utilisée* ne dépassa certainement pas 100 becs Carcel.

— Société de physique. — La Société de physique vient de faire une perte cruelle dans la personne de son secrétaire général M. d'*Almeida*, ancien professeur de physique et inspecteur général de l'enseignement secondaire. On sait que c'est grâce à l'initiative de M. d'Almeida que la Société de physique avait été fondée, et c'est à lui, en grande partie, qu'elle doit son développement si rapide.

Le *Journal de physique* avait été aussi une de ses créations.

Il est probable que ce sera notre collaborateur M. *Bouty*, qui sera appelé à remplacer M. d'Almeida, tant à la Société de physique qu'au *Journal de physique*.

— Association pour l'enseignement secondaire des jeunes filles, fondée à la Sorbonne en 1867. — Année scolaire 1880-1881. — Premier trimestre. — Les cours du premier trimestre s'ouvriront le mardi 16 novembre 1880, dans l'amphithéâtre de la Sorbonne (entrée rue Gerson, n° 2).

Grammaire historique de la langue française. — Le vendredi, à deux heures et demie. — M. Egger, membre de l'Institut, professeur à la Faculté des lettres. M. Marty-Laveaux, membre du comité des travaux historiques, professeur adjoint : Formation et progrès de notre langue depuis ses origines jusqu'à la fin du XVIe siècle. — Principes d'étymologie.

Littérature française. — Le mardi, à une heure et demie. — M. Crouslé, professeur à la Faculté des lettres : Étude historique de la littérature française. — Exercices de composition.

Histoire. — Le jeudi, à une heure et demie. — M. Brissaud, ancien professeur au lycée Charlemagne : Histoire de la France et des États européens pendant le XVIIIe siècle.

Histoire. — Le samedi, à une heure et demie. — M. Lavisse, professeur suppléant à la Faculté des lettres. M. Zeller, professeur au lycée Charlemagne, suppléant : Histoire ancienne, *grecque* et romaine.

Histoire. — Le mardi, à deux heures et demie. — M. Blanchet, professeur au lycée Charlemagne : Histoire de l'Europe depuis 1789 jusqu'à nos jours.

Géographie. — Le vendredi, à une heure et demie. — M. Levasseur, membre de l'Institut, professeur au Collège de France. M. P. Vidal de la Blache, maître de conférences à l'École normale supérieure, suppléant : Géographie de l'Europe.

Arithmétique et géométrie. — Le jeudi, à deux heures et demie. — M. Salicis, répétiteur à l'École polytechnique.

Physique. — Les lundis, à une heure et demie. — M. Fernet, inspecteur général de l'Université : Pesanteur, équilibre des liquides et des gaz, électricité et magnétisme.

Chimie. — Le samedi, à deux heures et demie. — M. Riche, professeur à l'École supérieure de pharmacie : Première partie, métalloïdes.

Astronomie. — Le lundi, à deux heures et demie. — M. Wolf, astronome à l'Observatoire : Cosmographie. — Constitution des astres.

— Faculté des sciences de Paris. — Le 9 novembre, M. Boutroux a soutenu, pour obtenir le grade de docteur ès sciences physiques, une thèse ayant pour sujet : Sur une fermentation nouvelle de la glycose. C'est cette thèse qui est analysée dans notre numéro d'aujourd'hui, page 475.

— Le 10 novembre, M. Lecornu a soutenu, pour obtenir le grade de docteur ès sciences mathématiques, une thèse ayant pour sujet : L'équilibre des surfaces flexibles et inextensibles.

— Le 12 novembre, M. Callandreau a soutenu, pour obtenir le grade de docteur ès sciences mathématiques, une thèse ayant pour sujet : Détermination des perturbations d'une petite planète par les méthodes de M. Gylden. Application à Héra.

Le propriétaire-gérant : Germer Baillière.

PARIS. — Impr. J. CLAYE. — A. QUANTIN et Cie, rue St-Benoît. [1694]

LA

REVUE SCIENTIFIQUE

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

REVUE DES COURS SCIENTIFIQUES (2e SÉRIE)

DIRECTEURS : MM. ANTOINE BREGUET ET CHARLES RICHET

2e SÉRIE — 10e ANNÉE | NUMÉRO 21 | 20 NOVEMBRE 1880

Paris, le 19 novembre 1880.

Nous n'avons que bien rarement entretenu nos lecteurs des ravages faits par le phylloxera et des moyens de toute sorte qu'on a mis en œuvre pour tâcher d'arrêter la marche de ce fléau. Cependant ce ne sont pas les communications aux sociétés savantes qui ont fait défaut. A l'Académie des sciences notamment, il n'est presque pas de séance où il ne soit question du terrible animal, ou des moyens insecticides que l'industrie a mis au service de la viticulture.

Cette semaine, M. Fabre, délégué de l'Académie, a adressé à l'Académie une note intéressante concernant les mœurs du phylloxera.

A Serignan (Vaucluse), où M. Fabre a fait ces observations, on ne voit plus, au lieu des magnifiques vignobles d'autrefois, que de rares vignes, souffreteuses, renouvelées par d'obstinées replantations à mesure qu'elles périssent. C'est le cas, hélas ! de presque tout le midi de la France ; le Gard, l'Aveyron, l'Hérault, le Var, les Bouches-du-Rhône, sont ravagés beaucoup plus que ne peuvent se l'imaginer les Parisiens. Un moment viendra peut-être où il sera aussi difficile de trouver une grappe de raisin sur les côtes de la Méditerranée que sur celles de la Manche.

Les recherches de M. Fabre ont porté d'abord sur une tendance singulière des phylloxeras à rechercher la lumière dès que la radicelle sur laquelle ils se sont implantés a commencé à dépérir.

Que cherchent-ils en venant au grand jour ? Ce ne sont pas les parties aériennes de la vigne, feuilles, rameaux, écorce ; non, c'est uniquement la racine de la vigne. Dans une expérience faite par M. Fabre, une radicelle, récemment extraite de terre, a fini, non sans longues hésitations de la part de l'insecte, par attirer la vagabonde population. Au bout d'une couple de jours, ils s'étaient fixés sur la racine, le suçoir implanté dans la tendre écorce. D'où cette autre conclusion : les jeunes parasites, abandonnant la radicelle malade, comme trop aride et impuissante à les nourrir, émigrent en venant à la lumière, à la surface du sol, pour gagner une autre racine dans le voisinage,

M. Fabre n'a pas pu réussir à voir sur le terrain ces migrations dont les éducations en tubes fournissaient les indices. Malgré de longues et patientes recherches, ni lui ni ses collaborateurs n'ont pu voir dans la campagne un seul phylloxera ailé, ni au pied des ceps, ni sur le sol, ni à la surface inférieure des feuilles, au soleil et à l'ombre, par un soleil radieux, ou par un ciel couvert.

L'éminent observateur, s'appuyant sur ce fait et sur le dire des gens du pays, pense que le phylloxera est en voie de décroissance, que sa propagation marche beaucoup moins vite qu'autrefois, que le mal n'est plus foudroyant, comme il y a cinq à six ans. Est-ce, dit-il, une coïncidence fortuite dont les circonstances m'échappent, ou bien le ravageur de la vigne s'acheminerait-il réellement vers sa décadence, parce que ses formes disséminatrices ne sont plus dans des conditions de prospérité ?

On peut l'espérer, mais on ne peut guère le croire. Le mal est terrible, il ne faut pas que l'espoir d'un ralentissement du fléau vienne ralentir les efforts qu'on fait pour y résister. Si la marche jusqu'ici victorieuse du phylloxera s'arrête, ce ne sera que par l'industrie de l'homme. Il ne faut pas chercher un secours dans l'extinction spontanée, mais dans la destruction ou la limitation méthodique du fléau. Le traitement par le sulfure de carbone, ou par l'inondation, la plantation de vignes américaines ont donné jusqu'ici de très bons résultats. Il est nécessaire de continuer, et par un sage éclectisme d'appliquer à tel ou tel terrain telle ou telle méthode. Mais il faut que chaque propriétaire fasse quelque chose, car, si le phylloxera ne disparaît pas, il n'y aura bientôt plus de vignes en France.

MÉDECINE

COURS D'HISTOIRE DE LA FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

Histoire du journalisme médical (1679-1880).

Messieurs,

C'est avec plaisir que je me retrouve avec vous dans cet amphithéâtre. J'adresse mes remerciements aux chers auditeurs que j'y revois et qui m'ont été si fidèles. Je souhaite la bienvenue à ceux qui vont suivre ce cours pour la première fois.

Vous connaissez le programme de l'année. Il comprend une partie de la nosographie historique, pleine d'actualité, difficile, ardue, mais du plus haut intérêt : *l'histoire des maladies parasitaires.* Cette étude sera, je l'espère, aussi instructive que profitable. Mon but est d'arriver par l'exposé historique des maladies à vous fournir les meilleurs moyens de les combattre quand elles sont déclarées, et, mieux encore, de les prévenir par toutes les ressources d'une hygiène rigoureuse et appropriée.

Et cependant, je ne commencerai que dans la séance prochaine l'étude historique des maladies parasitaires. Aujourd'hui, je veux attirer votre attention sur un sujet qui m'a été demandé, sur l'histoire du moyen le plus utile et le plus rapide, sur l'instrument le plus merveilleux de vulgarisation et de controverse scientifique, devenu en quelque sorte une nécessité de notre existence. Un mot le désigne : le journal. Je vais essayer de vous exposer rapidement, dans cette première leçon, l'histoire du *journalisme* en général et du *journalisme médical* en particulier.

Il en est du journal et du journalisme comme de tant d'autres choses excellentes dont nous jouissons sans nous inquiéter d'où elles viennent et des efforts tentés pour les obtenir. Le messager est si bien reçu, son apparition est si habituelle, qu'il semble en avoir toujours été ainsi; plusieurs seront surpris en apprenant que deux cents ans à peine nous séparent de la naissance du journalisme. Dès l'abord, semblable à un mince ruisseau, le journal a grandi à travers mille obstacles; présentement, il s'étend au loin dans un lit large et profond, où il coule majestueusement et à pleins bords.

Au commencement du XVII[e] siècle, le journal n'existait pas dans notre pays; il faut arriver à 1631 pour constater l'établissement du journalisme dû à un homme de progrès, à un médecin, auquel la postérité sera toujours reconnaissante, à Théophraste Renaudot. Ne croyez pas que ce soit sans efforts inouïs que Renaudot ait réussi dans sa tentative. Il a eu pour adversaire un des doyens de notre ancienne Faculté, il a lutté avec Guy Patin. L'histoire impassible et impartiale doit rendre à chacun sa part de travaux et de mérites ; il ne vous déplaira pas, messieurs, que le professeur d'histoire de la Faculté mette en présence les grandes figures de Renaudot et de Guy Patin, en les plaçant dans le milieu où elles ont rayonné.

I.

Théophraste Renaudot est né à Loudun en 1584. C'est à Paris qu'il commença à s'instruire sous un maître en chirurgie, se fermant dès l'abord les portes de l'ancienne Faculté qui n'aimait pas les chirurgiens, surtout ceux de robe longue. Il alla prendre le bonnet de docteur à Montpellier, dans le court espace de trois mois ; puis il voyagea pendant plusieurs années. De retour à Loudun, il pratiqua son art avec succès, sa réputation s'étendit au loin ; il paraît s'être rendu dans le Poitou en 1610 et s'être fait connaître de deux personnages importants : Armand de Richelieu, évêque de Luçon, et Joseph Leclerc du Tremblay ; le premier devenu, vous le savez, le puissant cardinal-ministre ; le second, son confident et son bras droit, celui que Gérôme a représenté dans un tableau remarquable : l'Éminence Grise.

Ardent, conscient de sa valeur et de sa force, Renaudot quitta son pays natal pour venir se fixer à Paris, en 1612. A cette époque, nul ne pouvait y exercer la médecine s'il n'était docteur de la Faculté, ou attaché à quelque personne royale. Renaudot, aidé par ses protecteurs, obtient le titre de médecin du roi et prête serment entre les mains de Douart, premier médecin de Louis XIII. Il surmonte les difficultés du début, il ouvre même une école pour vivre. Richelieu, qui connaissait les hommes, lui donna bientôt le brevet de « commissaire général des pauvres, tant valides qu'invalides, du royaume ».

Renaudot s'était installé en plein Paris, en pleine Cité, rue de la Calandre, près du Palais de Justice, et l'ancienne Faculté, ainsi que je vous l'ai exposé l'année dernière, était rue de la Bûcherie, sur la rive gauche de la Seine. La Faculté condamnait et repoussait l'emploi des remèdes fournis par la chimie, ou l'alchimie, comme on disait encore. Renaudot prôna, célébra et prépara l'antimoine ; il l'employa hardiment ainsi que les médicaments chimiques. De plus, il établit « des consultations charitables ou gratuites » avec délivrance des médicaments, et la foule se dirigeait rue de la Calandre. Vous voyez déjà poindre d'orageux dissentiments et de sérieux conflits avec la Faculté, gardienne sévère et immuable des vieilles traditions.

Outre les consultations gratuites et la fourniture des drogues pour les malades, Renaudot, pour venir en aide aux travailleurs pauvres, fonda chez lui une sorte d'établissement de prêts sur gages. Les nécessiteux y affluèrent, recevant environ le tiers du prix d'estimation des objets, les dépôts devenant la propriété du prêteur s'ils n'étaient pas retirés au temps convenu. Ce système de prêts sur gages, nouveau en France, fonctionnait au nord de l'Italie et le peuple lombard l'appelait « Monte di Pieta ».

Enfin, messieurs, représentez-vous une époque où les moyens de publicité manquaient, où on ne connaissait les événements que par ouï-dire, où on était obligé de crier par les rues ce qu'on voulait annoncer au public. Pensez à ce qui résulterait demain de la disparition des affiches et des journaux. Renaudot était si frappé de cet état de choses qu'il

établit, toujours chez lui, sous le nom de « bureau d'adresse ou rencontre », un office de publicité. Chacun pouvait se procurer l'adresse ou le renseignement dont il avait besoin ; les acheteurs et les vendeurs s'y rencontraient ; un registre renfermait ce dont les uns voulaient se défaire, ce que les autres voulaient acquérir. Les nouvellistes s'y donnaient rendez-vous. L'utilité du bureau d'adresse fut vite démontrée, les établissements se multiplièrent et le fondateur en fut nommé maître général.

De cette conception, Renaudot passa vite à une autre. Il était renseigné mieux que personne par les bureaux de publicité, il avait pour ami d'Hozier, le célèbre généalogiste, qui entrenait une correspondance spéciale et des plus étendues avec les provinces et l'étranger; il possédait un fond inépuisable d'anecdotes dont il faisait part à ses nobles malades pour les distraire. Ses vives et intéressantes causeries ne tarissaient point la soif de nouvelles qu'éprouvaient les gens oisifs. Il écrivit ses anecdotes, il en fit faire des copies qu'il distribua dans le cours de ses visites.

Ces « nouvelles à la main » obtinrent une vogue considérable; Renaudot, ne pouvant suffire aux demandes, pensa à les faire imprimer et à les vendre à tous, aux malades comme à ceux qui se portaient bien. Son puissant protecteur Richelieu, auquel il demanda l'autorisation nécessaire, comprit vite de quelle importance serait une feuille racontant les événements en quelque sorte sous la dictée du pouvoir, il donna l'autorisation. Le premier numéro du premier de nos journaux, suivant l'expression d'Eugène Hatin, parut le 30 mai 1631, sous le titre de *Gazette*.

Pour comprendre ce titre et pour connaître ce qui existait déjà hors de France, il est indispensable que je vous donne un aperçu de ce qui avait déjà été tenté dans l'antiquité, et jusqu'au XVIIe siècle, pour arriver à la publicité, c'est-à-dire pour porter les événements à la connaissance du public.

Je ne vous dirai rien des anciens dominateurs asiatiques, bien que Josèphe ait parlé d'historiographes chargés d'écrire jour par jour les événements publics. Les Grecs n'ont eu que des éphémérides, ébauche d'annales historiques. Les Romains étaient beaucoup plus avancés sous ce rapport.

Dès les premiers temps de Rome, suivant Victor Leclerc, le grand pontife, afin de conserver les souvenirs publics, écrivait sur une table blanchie, exposée dans sa maison, tous les événements de chaque année et le peuple pouvait la consulter. Ces tables ou tablettes portaient le nom des consuls ainsi que des autres magistrats et tout ce qui concernait le Sénat, les comices, les affaires militaires. On y trouvait enregistrés les triomphes, les statues érigées et de plus, les fléaux, les éclipses, etc. Rome n'eut pendant plusieurs siècles que les annales historiques des pontifes.

Plus tard, quand la domination romaine se fut étendue sur le monde presque tout entier, apparurent les *Acta diurna*, bien plus analogues aux journaux que les annales tabulaires. Les *Acta* renfermaient les moindres détails de nature à présenter quelque intérêt, et au dire de Suétone, la publication en serait devenue quotidienne sous la dictature de Jules César. Ces *Acta diurna seu publica* renfermaient les procès-verbaux des assemblées du Sénat et de plus, les cérémonies funèbres, les incendies, les exécutions, les longévités et fécondités extraordinaires, la description des fêtes du cirque, le succès ou la chute des acteurs. Tacite signale l'avidité avec laquelle on lisait les *Acta diurna* « pour y voir ce que n'avait point fait Thraséas » qui avait osé protester par son abstention contre les félicitations portées par le Sénat à Néron, sur la mort d'Agrippine. Toutefois, l'importance qu'aurait pu prendre cette apparence de journalisme à Rome avait tout de suite été amoindrie. Tibère, Domitien, surveillaient les publications; rien de contraire à leurs vues n'y pouvait paraître. D'autre part, les citoyens riches avaient des esclaves copiant les *diurna;* Tacite nous apprend encore qu'on les envoyait dans les provinces et dans les armées. Cicéron parle de Chrestus dont la feuille copiée (*compilatio*) était célèbre et très répandue.

Quand Rome s'écroula, les *Acta,* embryons de nos journaux, disparurent. Le journal est un signe et un besoin de la vie civilisée. Les Barbares, après la conquête, en étaient juste au point où César nous représente les Gaules quand il y pénétra : « Les Gaulois, dit-il, étaient très avides de nouvelles; ils couraient après les voyageurs et les forçaient à s'arrêter pour leur apprendre ce qu'ils savaient de nouveau. »

Le journal n'exista point au moyen âge; le moine comme le bourgeois notaient silencieusement les événements du jour, et il faut descendre jusqu'au commencement du XVIIe siècle pour trouver le journal imprimé. Toutefois, il a dû y avoir et il y a eu certainement dans beaucoup de pays, comme en France avec Renaudot, des lettres de nouvelles, des anecdotes manuscrites, des papiers-nouvelles, des nouvelles à la main.

La *Gazette,* le journal moderne, serait né à Venise suivant une tradition à peu près unanime. Ce point d'histoire est des plus intéressants, et il me paraît aujourd'hui élucidé. Oui, si l'on veut parler des feuilles manuscrites ; non, s'il s'agit du journal imprimé.

Dans l'*Encyclopédie méthodique,* Voltaire, au mot *Gazette,* s'exprime ainsi « GAZETTE, relation des affaires publiques. Ce fut au commencement du XVIIe siècle que cet usage utile fut inventé à Venise... On appela ces feuilles qu'on donnait une fois par semaine *Gazettes* du nom de *Gazetta,* petite monnaie revenant à un de nos demi-sous, qui avait cours alors à Venise, etc. » D'autres écrivains, Chalmers entre autres, placent la naissance du journal non pas au XVIIe, mais au XVIe siècle, en 1536. Enfin, la version la plus accréditée est que le gouvernement de Venise avait, du temps des guerres contre les Turcs, fait lire sur la place publique un résumé des nouvelles du théâtre de la guerre ; selon d'autres, placer dans certains endroits des bulletins écrits, *Notizie scritte* et on donnait une petite pièce de monnaie, appelée *Gazetta,* pour assister à la lecture, ou pour prendre connaissance des bulletins ou même pour les acheter.

Eugène Hatin a obtenu sur ce sujet des renseignements précis de Valentinelli, conservateur de la bibliothèque Saint-Marc, et voici ce qui lui a été affirmé. Les documents à l'ap-

pui de la question à élucider faisant absolument défaut, on en est réduit à une tradition amplifiée et couverte de broderies poétiques. Il est certain toutefois que, dans un temps bien antérieur à la découverte de l'imprimerie, mais impossible à préciser, le Sénat de Venise faisait rédiger des notices sur les faits survenus dans la ville et dans l'État, lesquelles notices étaient transmises aux agents de la République vénitienne. On appela ces notices *Foglietti, Fogli d'avvisi*, petites feuilles, feuilles d'avis. Plus tard, à une époque qu'on ne saurait déterminer, il était pris des copies de ces feuilles à l'usage des particuliers, et cette diffusion eut lieu par un corps de copistes nommés *Scrittori d'avvisi*. Il est insoutenable que ces notices aient été livrées à la curiosité publique moyennant la rétribution d'une *Gazetta;* cela est tout à fait en opposition avec la nature soupçonneuse du gouvernement vénitien, qui ne souffrait qu'à grand peine, et seulement pour les patriciens, la circulation de ces notices qu'il ne permit jamais d'imprimer.

La première pièce de monnaie, appelée *Gazetta*, a été frappée en 1536. Remarquez bien cette date, c'est celle de Chalmers, et l'origine de cette *Gazetta* valant deux sous vénitiens ou un sou de France a été confondue avec l'origine du journal. Ce qui est absolument sûr, c'est que le premier journal imprimé à Venise sous le nom de *Gazette* apparaît en 1760 quand notre *Gazette* de Renaudot comptait déjà près de cent trente ans d'existence.

Ce mot de *Gazette* se trouve du reste dans notre langue bien avant l'établissement du journal, auquel le fondateur donna expressément le nom de *Gazette* « parce qu'il était, suivant son expression, plus connu du vulgaire avec lequel il fallait parler ».

Si l'origine du journal non manuscrit n'est pas vénitienne, et je vous l'ai prouvé, voici, d'après Eugène Hatin, la date probable des premières feuilles périodiques. Anvers aurait imprimé le premier journal en 1605; puis il aurait apparu en Allemagne en 1612 ou 1615, en Angleterre en 1622, en Hollande en 1626, en France en 1631.

Revenons à Théophraste Renaudot.

Le novateur avait établi des consultations gratuites pour les malades, il avait fourni des secours aux travailleurs pauvres avec ses prêts sur gages, il avait fondé la *Gazette* imprimée. Serez-vous surpris que l'envie se soit attachée à Renaudot, que des attaques passionnées aient dénaturé ses intentions, sous l'influence d'idées contraires aux siennes; que des ennemis se soient dressés pour amoindrir son mérite et renverser ce qu'il avait édifié ?

Fort de l'appui du pouvoir, ayant de son côté la faveur publique, Renaudot nous a fait part de ses tribulations dans sa Gazette. Les attaques auxquelles il était en butte l'émeuvent, l'irritent, mais ne l'effrayent pas. Il exprime dans un style imagé cette pensée magnifique : « Le journal tient de la nature des torrents, il se grossit par la résistance. » D'autre part, Richelieu, qui avait trop à combattre pour ne pas se servir du journal naissant, envoyait à la *Gazette* des articles entiers; Louis XIII n'est pas resté étranger à la publication de plusieurs nouvelles.

La *Gazette* au début était de format in-4°, avec quatre colonnes sur une seule page. Elle avait pour titre unique le mot GAZETTE et, dès le sixième numéro, la date de publication et le bureau de rédaction sont indiqués à la fin en lettres italiques : *Au bureau d'adresse, rue de la Calandre, sortant du Marché-neuf, près le Palais, à Paris.*

Renaudot, pour avoir plus d'autorité comme directeur de la *Gazette,* reçut le brevet en titre d'historiographe de la couronne. J'ai cherché à la Bibliothèque nationale, dans le rare exemplaire du Recueil des Gazettes de 1681, le portrait, le seul qui nous reste peut-être, de Th. Renaudot. Il est représenté assis devant son bureau. Le front est vaste, plissé; les yeux grands, largement fendus avec un regard vif, intelligent. Le visage est dépourvu de grâce, déparé par un *nez* court, largement épaté. Les cheveux sont rares, les poils de la barbe et de la moustache sont clairsemés et incultes. L'ensemble n'offre rien de prétentieux, il indique la bonté et on devine un esprit primesautier, actif et tenace.

Arrivé à l'apogée de sa renommée, Renaudot eut, par Richelieu, la concession d'un vaste terrain situé dans le faubourg Saint-Antoine, pour y construire une maison destinée à devenir un hôtel des consultations charitables. Cet hôtel, dans la pensée du ministre, pouvait devenir le siège d'une Université royale destinée à amoindrir la Faculté de médecine, si fière de ses prérogatives.

Mais bientôt après, Renaudot perd ses protecteurs, Richelieu et Louis XIII. Il avait lancé une épigramme contre Guy-Patin qui relève le gant et il se trouve de plus *en plus exposé* aux coups de ses ennemis. Les accusations, les épithètes les plus dures lui sont prodiguées. Il attaque la Faculté qui répond par un factum « contre son calomniateur ». Il perd procès sur procès, la concession de terrain lui est retirée, il est condamné à cesser les consultations charitables, à fermer le bureau d'adresse; la *Gazette* seule survit, grâce à la faveur de Mazarin. Renaudot accablé de tristesse, n'ayant que peu de fortune, mais adoré de ses deux fils Isaac et Eusèbe, qui ont tour à tour été repoussés des examens, puis admis au baccalauréat, à la licence et au doctorat, meurt le 25 octobre 1653.

II.

Voyons maintenant quel était l'adversaire de Renaudot, celui qui l'a renversé : le fougueux Guy-Patin.

Il nous apprend lui-même qu'il était né un vendredi, dernier jour d'aoust 1601, près de Beauvais « à Hodenc-en-Bray ». Son père, François, « était bien fait, parlait d'or et n'était point vicieux »; sa mère, Claire Manessier, était d'Amiens. Après avoir fait ses humanités à Beauvais, le jeune Guy-Patin, subissant l'attraction de Paris, s'y rendit pour étudier la philosophie. De retour dans sa patrie, il résiste à ses parents qui voulaient lui faire embrasser la carrière ecclésiastique; puis, sur les conseils de Riolan, il étudie la médecine. Ses débuts furent brillants; pendant son baccalauréat il fut fait archidiacre des Écoles, ensuite il fut coiffé du bonnet doctoral, le 17 décembre 1622. Dix ans plus tard, on le voit professeur de chirurgie à la Faculté, puis au Collège de France.

Il fut élu doyen de la Faculté de médecine en 1650 et 1651, et je vous affirme que nul n'a été plus que lui un doyen vigilant et très rigide observateur des statuts.

Guy-Patin est mort le 1er avril 1672. Il fut enterré à Saint-Germain-l'Auxerrois. Vous pourrez voir un beau portrait de lui dans l'antichambre qui précède la salle du Conseil. Ce portrait, d'Antoine Masson, date de 1670 ; il a été donné à la Faculté par Guy-Érasme Emmerez, filleul (*filiolus*) de Guy-Patin.

Le célèbre doyen est en petit costume noir, avec un large col blanc rabattu ; la tête est fine, le visage amaigri, allongé ; les yeux noirs et pénétrants, le nez droit, long, aquilin ; la bouche à lèvres minces, sarcastique ; le menton pointu ; les cheveux abondants, bouffants et grisonnants.

C'est bien ainsi qu'on devait se représenter, par la pensée, le satirique par excellence, le génie épistolaire fait homme, ce chroniqueur audacieux, tantôt sérieux, tantôt plaisant, flagellant les vices, les abus, les ridicules de son époque. L'historien n'est point un panégyriste, mais je ne puis oublier et ne point vous dire que Guy-Patin avait une érudition immense, une mémoire prodigieuse, que ses lettres écrites aux Belin, de Troyes ; à Charles Spon ; à Falconnet, de Lyon ; aux Salins, de Beaune ; et autres, il s'est montré tour à tour philosophe, poète, bibliographe consommé. Bayle a prétendu que Guy-Patin avait été correcteur d'imprimerie dans sa jeunesse, et, en effet, ses jugements sur les livres sont d'une sûreté vraiment surprenante ; sa colère devient implacable contre les éditions mal imprimées et incorrectes.

Guy-Patin était très versé dans les sciences médicales, il affectionnait surtout les anciens : Hippocrate, Galien, et de plus Fernel, Duret, Houillier, Baillou. Vous voyez le cas qu'il devait faire de quiconque délaissait les anciens, Hippocrate et Aristote, et par conséquent de Renaudot. Il regardait les apothicaires comme des « cuisiniers arabesques », la « gent stibiale » l'horripilait ; or Renaudot était chimiste et vantait l'antimoine. Guy-Patin, démophile à sa manière, détestait le pouvoir du ministre ; il était du « parti de l'aversion contre Richelieu », il ne tarit pas de mots à l'emporte-pièce « sur la race mazarinesque » et Renaudot avait Richelieu pour protecteur.

Par ces quelques oppositions de caractères et de vues, il vous est facile de juger que la lutte serait terrible entre ces deux hommes. Une épigramme, insérée par Renaudot dans la Gazette, avait commencé l'attaque. La pratique de Guy-Patin n'était point compliquée : il saignait beaucoup, nous pouvons dire très copieusement ; il purgeait avec des minoratifs, surtout le séné et employait volontiers « la ptisane à l'eau de son ». Les trois mots, saignée, sené, son, commencent chacun par la lettre S, et les apothicaires ennemis de Guy-Patin l'avaient appelé en conséquence « le Docteur aux trois S ».

Voici l'épigramme que Renaudot fit circuler sous forme de « nouvelle à la main » :

Nos docteurs de la Faculté,
Aux malades parfois s'ils rendent la Santé,
Ont besoin de l'apothicaire ;
Mais Patin plus adroit, de par la Charité,
Avec trois S les enterre.

Guy-Patin blessé au vif ne pardonnera jamais au « Gazetier » ; toute sa verve, tout son entrain, il les apportera dans ses ripostes habiles, vigoureuses, acharnées ; il inspirera « les rabat-joie contre l'antimoine triomphant » ; sa colère sera aussi mordante que furibonde, et quelles épithètes « le Gazetier, le camus, le honteux trafiquant de toutes choses, l'infâme usurier, l'odieux charlatan, *blatero, nebulo hebdomadarius !* »

En ce temps d'intrigues, de complots, de publicité restreinte, au XVIIe siècle enfin, la justice avait souvent de lentes allures, mais elle rendait des arrêts. Renaudot eut recours à elle, il assigna Guy-Patin en personne ; celui-ci ne resta pas en arrière et répondit par une assignation pareille devant la même juridiction. Nous dirions aujourd'hui : double procès en diffamation. Ce procès fut jugé le 14 août 1643 ; Richelieu étant mort au mois de décembre 1642, Renaudot n'avait plus son grand appui.

Les magistrats donnèrent raison au docteur de Paris qui soutint lui-même sa cause. Le contentement de Guy-Patin fut extrême et au sortir de l'audience il dit à son adversaire : « Monsieur Renaudot, vous avez gagné en perdant, vous étiez camus en entrant ici, vous en sortez avec un pied de nez ».

La Faculté avait institué comme Renaudot des consultations gratuites, données tous les samedis par les docteurs-régents de dix heures à midi, rue de la Bûcherie. Mais Renaudot ne se tenait pas pour battu ; il continuait à employer l'antimoine et il en vint à réclamer de la reine régente la confirmation de la cession des terrains du faubourg Saint-Antoine. Guy-Patin sût entraîner la Faculté pour assouvir sa haine contre « le Gazetier, courtier d'annonces et empoisonneur », et le prévôt de Paris, par arrêt au Châtelet le 9 décembre 1643, donna sentence « par la quelle deffences sont faites (à Renaudot) d'exercer la médecine, ny faire aucune conférence, consultation ny assemblée, dans le bureau d'adresse ou autre lieu ». Renaudot en appelle du jugement rendu ; en outre, il demande l'enregistrement des lettres-patentes qui lui donnaient le droit d'exercice sous Louis XIII. L'effort était suprême, l'Université de Paris s'était jointe à la Faculté de médecine ; d'autre part, la Faculté de Montpellier, chancelier, professeurs et docteurs-régents prêtaient leur concours à Renaudot. La cour « met l'appellation à néant... condamne l'appelant à l'amende et ès-dépens... lui fait très expresses inhibitions et deffences de plus vendre, ny prêter à l'avenir sur gages... » Le triomphe de Guy-Patin était complet.

Faut-il, messieurs, regarder Guy-Patin comme absolument injuste et trop agressif ? Était-il donc si rempli de colère et de fiel ? J'ai voulu avoir l'avis de notre bibliothécaire Achille Chereau qui depuis longtemps vit, en quelque sorte, avec Guy-Patin et ses œuvres, et il n'a point cette opinion. Reportons-nous au temps où vivait le doyen pour apprécier sa poursuite contre Renaudot : l'ancienne Faculté, appuyée sur ses statuts, était immuable, toute atteinte aux dogmes antiques lui paraissait un crime. Guy-Patin repoussait, comme Riolan, l'immortelle découverte d'Harvey, parce que Galien avait déjà expliqué le cours du liquide sanguin, il combattait Pecquet. Il était bien du XVIIe siècle, car il dit froidement dans une de ses lettres au sujet des malheureux atteints de la rage ou hydro-

phobes : « Il faut les estouffer dans leur lit à force de couvertures... ou bien leur faire avaler une pilule de six grains d'opium tout pur afin qu'au bout de deux jours il n'en soit plus parlé, car au bout de trois heures ils sont morts, il ne reste plus qu'à les enterrer. » Combien, il devait être âpre et même cruel pour le « Gazetier » !

Écoutez le jugement de l'historien si intègre et si loyal de l'ancienne Faculté de médecine, de Jacques-Albert Hazon, dont nous possédons le beau portrait peint par Philippe de Champaigne. Il dit en parlant de Guy-Patin : Homme d'une rigide probité, censeur de son siècle, d'une grande littérature, célèbre parmi les savants de son temps. En effet, Guy-Patin avait l'amitié vive et chaude ; il fut étroitement lié avec Pierre Gassendi et les personnages les plus érudits. Il aimait avec passion ses deux fils, mais il n'eut pas les joies paternelles de Renaudot son ennemi, car l'aîné de ses enfants, Robert Patin, succomba phtisique en 1670 et le second, Charles, le *Carolus* chéri, mourut exilé à Padoue.

Comme deux plantes vigoureuses et placées sur un étroit espace, Guy-Patin et Renaudot ont vécu l'un près de l'autre : le premier, arbre épineux et touffu dont le second devait suivre le tronc et les branches pour arriver au jour. Les forts aiguillons ont déchiré l'écorce et pénétré le second en pleine moelle : de ses trois rameaux, deux sont restés sous l'ombre, le troisième a dépassé le faîte et fourni en plein air feuilles, fleurs et fruits. Les rameaux qui n'ont repris vigueur que plus tard, ce sont les consultations charitables et les Monts-de-Piété ; celui qui a conquis sa place au grand soleil, c'est le Journalisme !

III.

On chercherait vainement dans la Gazette de Renaudot le moindre article médical, c'était d'abord, suivant les propres termes du fondateur, « le journal des rois et des puissants de la terre ». La médecine eut un organe spécial, vingt-six ans après la mort de Renaudot et celui qui le fit paraître fut Nicolas Blégny. Il y a entre le créateur du journalisme, en France, et le premier journalisme médical, la différence du diamant dont l'éclat incomparable est de premier ordre, avec le strass qui ne brille que par le nombre des facettes et dont la valeur est toujours inférieure.

Nicolas Blégny quitta Chaumont, sa ville natale, et vint jeune à Paris chercher fortune ; c'est à tort que Dezeimeris le fait Parisien. Il crie bien haut qu'il est issu de très noble et très ancienne maison de Blégny ; son père était maître apothicaire et sa mère une simple bourgeoise. Vous verrez la Faculté lui donner son vrai titre. Le blason de Nicolas était fantastique ; mais, suivant la fine remarque d'Achille Chereau, on peut facilement et à volonté composer cet écu de mauvais aloi, en employant la langue héraldique : au chef sans vergogne, au chevron d'ambition, au pal aiguisé d'astuce, à la bande batailleuse, fuselé d'intrigue, cousu de clinquant.

Nicolas loge, dès son arrivée, chez un sien frère concierge [illegible]s Écoles de chirurgie ; puis il se fait compagnon chez un [illegible]bier. On le voit s'occuper en artiste de la construction des [illegible]ages ; il fonde un amphithéâtre de dissection, des bains et étuves ; il compose ou fait composer des livres qu'il signe de son nom ou d'un nom supposé. Il publie à tout propos des ouvrages et, chose digne d'être rapportée, la plupart sont bons. Blégny évite d'abord de se brouiller avec la Faculté, car il ne possédait pas le moindre parchemin universitaire ; plus tard, il la combat ouvertement par ses écrits et par ses actes, il dédie même un de ses livres « aux docteurs en médecine des Facultés provinciales et étrangères pratiquant à la cour de Paris ». Avec Desnoues, son compère, il se procure le corps d'une petite fille de six ans enlevé au cimetière de Saint-Sulpice. Ce cadavre est repris par huissier, au nom de la Faculté ; Desnoues subit le fouet ; Blégny est condamné par contumace au bannissement. Mais il élude les sévérités de la justice ; la compagnie de Saint-Côme le repousse et c'est à Caen, en Normandie, qu'il prend le bonnet de docteur, le 8 octobre 1683. Son besoin d'inventions, son dédain pour la routine, ne lui laissent pas de repos ; il établit des infirmeries pour les pauvres honteux, une maison de santé pour pauvres et riches ; il appelle son laboratoire « des quatre nations » parce que les fenêtres s'ouvrent sur la place de ce nom ; il invente un almanach d'adresses comparable au Bottin de nos jours ; puis, à l'imitation de Bourdelot, il crée une « Académie des nouvelles découvertes en médecine » publiant des mémoires pour cahiers. Vous voyez enfin apparaître le *Journal médical*.

Mais ce n'est pas tout, loin de là : le thé, le chocolat, le café ont été vantés et propagés par Nicolas Blégny. Il fabrique des cafetières et chocolatières perfectionnées, *des « cassolettes* à lampes et à girandoles servant à parfumer et à désinfecter les chambres des appartements pour le plaisir et la santé ». Il confectionne des pharmacies portatives et redresse « les yeux bigles » avec des bésicles à ressort ; il fait connaître le secret de l'Anglais Talbot pour guérir les fièvres intermittentes par le quinquina, etc. Jugez par cette énumération restreinte et incomplète de l'activité dévorante de Blégny.

Les titres et emplois qu'il s'est procurés ne sont pas moins surprenants. En 1674, il est attaché à Marie-Thérèse ; il devient chirurgien ordinaire de la reine en 1678 ; chirurgien de Monsieur, frère de Louis XIV en 1680, avec des gages de 1700 livres ; chirurgien de la maison de Monsieur en 1685 ; chirurgien du roi en 1687. Il était aidé puissamment par Daquin, le créateur de la fameuse Chambre royale dont je vous ai déjà expliqué le rôle d'opposition contre la Faculté de Paris. Daquin se servait avec succès de Blégny, homme « bien fait, toujours proprement vêtu, parlant et écrivant aisément, studieux, inventif, laborieux », mais Daquin devait déchoir du faîte des grandeurs et aller mourir exilé à Vichy. Nicolas Blégny, heurtant trop fortement l'ancienne Faculté de Paris, sera écrasé par elle bien plus facilement que Renaudot ; sa plume sera brisée ; il sera par la suite jeté en prison.

La Faculté avait sévi contre ses propres membres qui avaient enfreint les statuts ; elle vint facilement à bout du pseudo-chirurgien, qui, grâce aux protections de la cour, voulait rabaisser son autorité. Elle s'adressa à Monsieur, frère du roi, pour enlever à Blégny le privilège de publier une feuille

périodique et ensuite au chancelier de France, « contre le nommé Blégny, ci-devant bedeau des maîtres-chirurgiens jurés et des sages-femmes de Paris... qui n'a pu autrefois estre reçu... en la communauté des maîtres-chirurgiens... pour son ignorance et pour ses mauvaises mœurs ». Par arrêt du conseil privé du roi, rendu le 24 mars 1682, le privilège fut retiré à Nicolas Blégny, qui, dans le cours de cette vie si extraordinairement agitée, fut emprisonné au Fort-l'Évêque le 4 juin 1693, puis au château d'Angers; il sortit de ce dernier au bout de huit ans et se retira dans la ville d'Avignon. C'est là qu'il termina sa vertigineuse existence en 1722, âgé de soixante-dix ans, non pas oublié, mais haï, abhorré de tous les médecins et chirurgiens gradés, de bonne roche.

Le premier cahier du *Journal des découvertes en médecine* a été publié à Paris, le 28 janvier 1679; il contient 30 pages, format in-8°. On y trouve le fameux fébrifuge anglais de Talbot, l'élixir de Rabel, un mémoire sur les plaies; le deuxième cahier, du 29 février, est de 48 pages. La première année du journal n'est pas signée; dans la seconde (1680), l'auteur se fait connaître : Nicolas de Blégny, chirurgien du roi, maistre et juré à Paris, chez l'auteur, au milieu de la rue Guénégaud. Le titre de la feuille est changé, elle devint : *le Temple d'Esculape,* ou *le Dépositaire des nouvelles découvertes qui se feront journellement dans toutes les parties de la médecine,* in-8°. La troisième année s'appelle : *le Journal des nouvelles découvertes concernant les sciences et les arts qui font partie de la médecine,* Paris, 1681, format in-12. La dernière année (1684) fut publiée hors de France, à la suite des coups portés par la Faculté de médecine; elle parut à Amsterdam, sous le pseudonyme de Gauthier, médecin de Niort, associé de Blégny, et sous le titre de : *Mercure savant,* format in-12.

Nous avons vu Nicolas Blégny de près, nous l'avons analysé pièce à pièce et les défauts nous ont apparu saillants; mais de loin, l'inventeur et le chercheur, doué de qualités exceptionnelles, a été remarqué par des intelligences d'élite et apprécié par Hue, Lezot, Falconnet et par Théophile, Bonet, de Genève. Le journal de Blégny a même été traduit en latin et publié par Bonet sous le titre de : *Zodiacus medico-gallicus,* avec un long sous-titre, authore *Nicolao de Blegny,* Genève, 1682, format in-4°.

LABOULBÈNE.

(A suivre.)

PHYSIQUE

Expériences d'après M. Tyndall sur la propagation du son dans l'air, dans les différents états de l'atmosphère.

M. Tyndall a entrepris, il y a quelques années, en 1873, sur la demande du comité anglais chargé de la direction des signaux des côtes, une série d'expériences très intéressantes au sujet des signaux acoustiques, afin d'arriver à déterminer leur limite d'action en temps de brouillard, c'est-à-dire la distance à laquelle ils peuvent encore être entendus en mer et fournir des indications utiles. Ces expériences ont été poursuivies par lui sans discontinuité pendant près d'une année, et toujours conduites jusque dans les moindres détails avec ce souci de l'exactitude qui caractérise toutes les recherches antérieures du célèbre physicien. Ses travaux et ses efforts n'ont pas été sans récompense, car les résultats auxquels il est parvenu, dépassent de beaucoup les limites de son programme, et les phénomènes qu'il a observés fournissent l'explication de certains faits restés jusque-là obscurs dans l'acoustique; ils mériteront à ce titre de prendre place dans la science, et ils modifieront à bien des égards, comme nos lecteurs pourront le reconnaître eux-mêmes, les idées admises antérieurement sur ce sujet.

I.

ORGANISATION DES EXPÉRIENCES.
DIFFÉRENTS TYPES DE SIGNAUX ESSAYÉS.

Ces expériences dont nous allons donner un compte rendu succinct, furent dirigées, comme nous venons de le dire, par M. Tyndall avec le concours des officiers suivants : MM. Close, Were, Atkins, le capitaine Drew, et le *Master Deputy* de la corporation de Trinity-House, M. l'amiral Collison; M. l'ingénieur Douglass, M. Edward, secrétaire du *Master Deputy,* prirent part également aux différentes observations.

Les signaux essayés furent installés sur le rocher de South Foreland, dans la Manche, sur la côte méridionale d'Angleterre. Ce rocher qui forme une sorte de promontoire voisin de la baie de Sainte-Margareth, est situé en face de la ville de Calais. De cette position, avec un temps favorable, on aperçoit facilement les côtes de France et le clocher de la cathédrale de Boulogne. Les observations étaient relevées en pleine mer; les commissaires étaient montés sur un bateau qui s'écartait des signaux à des distances connues, jusqu'à ce qu'il devînt impossible d'en distinguer le son. Les essais furent continués pendant dix mois environ, depuis le mois de mai jusqu'au mois de février suivant, avec une interruption de trois mois seulement.

Les observations étaient poursuivies sans relâche pendant toute la durée de la journée, et répétées autant que possible aux différents instants; car la propagation du son est loin de s'opérer dans les mêmes conditions, comme nous le verrons tout à l'heure, dans une atmosphère plus ou moins échauffée, plus ou moins hygrométrique.

Première série d'expériences.

La première série d'expériences sur le rocher de South Foreland fut poursuivie du mois de mai au mois de juillet; elle porta sur trois types de signaux différents, les trompettes, les sifflets et les canons.

Les trompettes essayées, d'une construction très robuste, étaient livrées par M. Holmes; elles étaient disposées vertica-

lement et présentaient la forme ordinaire. Leur diamètre à la partie inférieure était de $0^m,05$, celui du pavillon de $0^m,50$, la longueur totale de l'instrument était de $3^m,60$. Afin de ramener le son dans la direction de la mer, l'axe du pavillon était replié à 90°, de manière à devenir horizontal, et l'ouverture était dirigée au large. Le son était produit au moyen d'une anche formée d'une lame d'acier de $0^m,23$ de long, $0^m,05$ de large et 5 millimètres d'épaisseur; celle-ci était mise elle-même en mouvement sous l'impulsion d'un courant d'air lancé dans l'instrument avec une pression de 2 kilogr.

Deux pareilles trompettes étaient installées sur le sommet du rocher du South Foreland, à un niveau de 73 mètres audessus de la marée haute; deux autres étaient placées au bas, à une hauteur de 12 mètres seulement, ce qui les laissait à une distance verticale de 61 mètres des premières.

Outre les trompettes, on essaya également trois sifflets et un canon livré à cet effet par le ministère de la marine.

Les sifflets d'expériences étaient analogues à ceux des locomotives; l'un d'eux était actionné par l'air comprimé lancé sous une pression d'une atmosphère et demie, et l'autre par la vapeur d'eau à une pression de 4 kilog. 5. Un second sifflet à air, identique au premier, était placé au bas du rocher à côté des deux trompettes.

Les expériences commencèrent le 19 mai 1873, et elles se continuèrent ensuite chaque jour sans interruption. Les observateurs montés sur le bateau *Irénée* allaient se placer au large, à des distances variables des signaux en activité, afin de déterminer la zone d'action de chacun d'eux. Nous n'entrerons pas dans le détail des observations minutieuses qu'ils entreprirent à ce sujet et qu'ils répétèrent souvent une centaine de fois par jour; nous nous attacherons seulement aux résultats les plus intéressants, et qui étaient réellement tout à fait inattendus.

Les observateurs reconnurent tout d'abord que le son des trompettes était généralement supérieur à celui des sifflets, et qu'il pouvait encore s'entendre à des distances où il était absolument impossible de distinguer ce dernier; ils observèrent également que la position du signal, soit au sommet, soit au bas du rocher, n'exerçait pas une grande influences sur la propagation des sons émis, et qu'il n'y avait à ce point de vue aucune considération décisive qui déterminât l'emplacement du signal. Enfin, ce qu'il importe de signaler surtout, et ce qui ressort d'une manière frappante des longues expériences de M. Tyndall, c'est l'extrême variabilité de l'atmosphère en ce qui concerne la propagation des sons. Une demi-heure à peine suffit pour modifier totalement l'état de l'air, et l'onde sonore qui, tout à l'heure se transmettait jusqu'à une distance supérieure à 19 kilomètres, ne dépasse plus guère maintenant 3 à 4 kilomètres au plus, sans qu'aucune circonstance extérieure apparente vienne cependant fournir l'explication d'un phénomène aussi étonnant. Par contre, une pluie même assez violente n'arrête pas du tout la transmission du son, comme on le croit souvent; elle la facilite même dans certains cas; de plus, il n'y a aucune corrélation nécessaire entre la transparence optique de l'atmosphère et sa transparence acoustique, s'il est permis d'employer cette expression pour indiquer le peu de résistance qu'elle offre à la transmission du son. Ce sont là des résultats tout à fait nouveaux et intéressants sur lesquels nous aurons encore à revenir, et qui ont été mis entièrement hors de doute par les observations de M. Tyndall.

Ainsi dans la journée du 30 mai, par un ciel tout à fait clair et transparent, le son de la trompette ne se transmet pas à une distance supérieure à 9 kilomètres, et il faut encore avoir soin d'arrêter entièrement le bateau et d'écouter attentivement pour bien percevoir le son. Le 3 juin, au contraire, par une journée entièrement nuageuse, le son se transmet jusqu'à une distance de 20 kilomètres, supérieure d'un tiers au moins aux résultats les plus favorables obtenus dans les précédents essais pendant de belles journées.

Afin d'éliminer toute cause d'incertitude sur ce sujet, M. Tyndall chercha à déterminer également la limite d'action des trompettes dans des directions variables, par rapport à celle de l'axe de l'instrument; il constata, par exemple, qu'un son qui se transmet dans le prolongement de l'axe, à plus de 12 kilomètres de distance, ne dépasse quelquefois pas 3 kilomètres dans la direction perpendiculaire. Mentionnons enfin qu'il étudia l'intensité du son émis par les deux trompettes marchant simultanément, en se plaçant dans la bissectrice de l'angle formé par les axes de ces deux instruments, et il put constater que le son produit n'était guère augmenté par cette disposition, et qu'il y avait peu d'avantage, par suite, à employer deux trompettes. Il put construire enfin une sorte de tableau donnant la réduction des distances dans des directions faisant avec l'axe de l'instrument des angles quelconques.

Le 1er et le 2 juillet, le temps fut très brumeux, au point de gêner la vue à une très faible distance; cependant le son se transmit encore facilement, même jusqu'au delà de 20 kilomètres. Le 3 juillet, au contraire, fut une journée favorisée par un soleil ardent, l'air étant très calme, et l'atmosphère présentait une transparence complète. Cependant, le son se transmit dans des conditions absolument défectueuses et tout à fait inférieures à ce qu'on avait vu jusquelà. Ainsi, la détonation du canon qu'on avait pu entendre à 20 kilomètres, dans un temps de brouillard, ne produisait plus aucun son à une distance de 3 kilomètres seulement, bien que cependant on aperçût la fumée qui paraissait très rapprochée des observateurs. L'intensité du son se trouvait donc réduite à moins d'un trentième, sans que rien pût indiquer la raison d'un phénomène aussi imprévu.

Théorie de M. Tyndall.

Cette explication, M. Tyndall la chercha longtemps avec toute l'attention de son génie pénétrant et observateur, puis il arriva à se convaincre qu'elle devait être attribuée seulement au manque d'homogénéité de l'atmosphère. La théorie qu'il imagina à cette occasion est développée dans le rapport adressé par lui à Trinity-House, et devenu, d'ailleurs, un document officiel depuis que la Chambre des communes

en a voté le dépôt et l'impression dans ses séances du 21 mai et du 10 juin 1874.

M. Tyndall compare l'atmosphère aux cristaux qui sont formés de particules absolument identiques et groupées régulièrement sans aucune addition de matières étrangères; ces cristaux sont alors généralement transparents, car rien ne modifie plus à l'intérieur la trajectoire du rayon lumineux incident, et il ne s'opère par suite aucune réflexion capable de l'intercepter. Dans le corps hétérogène, au contraire, lorsque des matières, souvent fort différentes, sont juxtaposées et renferment surtout des molécules d'air interposées, les réflexions partielles qui s'opèrent toujours au passage d'un milieu dans un autre arrêtent la plus grande partie des rayons lumineux et déterminent par là l'opacité de ces corps. C'est ainsi que la glace, transparente quand elle est pure, devient opaque si elle renferme de l'air mélangé.

Il en est de même dans une atmosphère chargée de vapeur d'eau, car les globules de vapeur forment autant de solutions de continuité qui n'interceptent pas, il est vrai, la transmission des rayons lumineux, mais qui détruisent l'homogénéité de l'atmosphère et arrêtent en grande partie les rayons acoustiques. Ce résultat se produit principalement dans les vallées basses, au bord des cours d'eau et sous l'action d'un soleil brûlant, il se dégage alors beaucoup de vapeur d'eau qui se vient mêler à l'atmosphère sans en altérer la transparence et la rend seulement *flocculente,* suivant l'expression employée par M. Tyndall. Dans ces conditions, sous un ciel entièrement bleu et par une journée très claire, les rayons acoustiques peuvent se trouver interceptés. M. Tyndall est arrivé à montrer d'ailleurs que c'est bien là l'explication de ce singulier phénomène, car dans ses expériences du 3 juillet, par exemple, où la transmission du son était si fortement gênée, il observa qu'elle s'opérait d'une manière beaucoup plus satisfaisante aussitôt qu'un nuage arrivait à cacher un instant le soleil, et, plus tard, le soir, à mesure que cet astre s'abaissait vers l'horizon, et surtout après le coucher du soleil, les sons recouvrèrent presque entièrement leur intensité. L'onde sonore se transmit ainsi jusqu'à une distance de 20 kilomètres après cinq heures du soir, et malgré un vent contraire.

Examen des faits analogues observés antérieurement.

Il faut remarquer, d'ailleurs, que cette observation de la résistance à la transmission du son dans une atmosphère transparente cependant n'est pas entièrement nouvelle, et il est facile de retrouver dans l'histoire un certain nombre de cas analogues auxquels on n'avait attaché aucune importance jusque-là; car, dans l'impossibilité d'en trouver la raison, on les attribuait seulement à une observation superficielle. Il est bien probable cependant que, si l'on connaissait aujourd'hui toutes les particularités de ces phénomènes singuliers, restés inexpliqués, on en trouverait la raison dans la théorie de M. Tyndall.

M. Dove, professeur à Berlin, a réuni un certain nombre d'observations de ce genre dans un volume fort curieux : *Wirkungen aus der Ferne,* et M. Tyndall cite, d'après lui, les cas suivants :

« A la bataille de Cassano, sur l'Adda, entre le duc de Vendôme et le prince Eugène, le corps d'armée du frère du duc, stationné à une distance de 8 kilomètres sur le bord de la rivière, n'entendit pas cependant les coups de canon et n'alla pas prendre part au combat. De même, à la bataille de Montereau, entre Napoléon Ier et le roi de Wurtemberg, qui dura cependant pendant sept heures, et par un temps très clair, le prince de Schwartzenberg n'entendit rien à une distance de 20 kilomètres, et un officier prussien envoyé à midi dans la direction du champ de bataille n'entendit le bruit du canon qu'à une distance de 6 kilomètres. A la bataille de Leignitz, où Frédéric le Grand battit Laudon, le feld-maréchal Dawn, qui se trouvait cependant à une distance de 7 kilomètres seulement, ne fut pas prévenu par le bruit du combat et ne vint pas au secours de son collègue. Enfin, M. Dove, citant son expérience personnelle, déclare qu'il n'entendit pas le bruit de la bataille de Katzbach, à une distance de 7 kilomètres seulement, tandis qu'il put entendre celle de Bautzen à 80 kilomètres. » Pendant le siège de Paris en 1870, par exemple, le bruit du canon s'entendit fort bien dans certaines journées jusqu'à cette distance.

De pareils faits ne peuvent trouver leur explication que dans le principe invoqué par M. Tyndall, il faut admettre que l'atmosphère se trouvait alors peu homogène et très hygrométrique, comme c'est ordinairement le cas dans le voisinage des rivières pendant les journées chaudes, et la vapeur d'eau en suspension interceptait en grande partie la transmission du son.

Déjà, au commencement de ce siècle, M. Humboldt avait remarqué, dans un de ses voyages en Amérique, que les causes qui détruisent l'homogénéité de l'atmosphère agissent également sur la transmission du son; et le célèbre auteur du *Cosmos* signale que, d'après ses observations, le bruit des chutes de l'Orénoque était beaucoup plus intense pendant la nuit que pendant le jour : « Car, dit-il, la plaine qui s'étendait depuis l'endroit qu'il occupait jusqu'à la chûte, était mêlée d'herbes et de rochers, et en plein jour, la température des rochers était toujours de 30° supérieure à celle des terrains en herbe. Il s'élevait par suite au-dessus de chacun des rochers une colonne d'air échauffée qui détruisait l'homogénéité de l'atmosphère et arrêtait la transmission du son. »

M. Tyndall est même arrivé à fournir encore de sa théorie une nouvelle justification particulièrement frappante par une expérience curieuse qui donne en même temps l'explication d'une foule d'autres phénomènes restés encore obscurs : il a pu observer, en pleine atmosphère, la réflexion du son renvoyé alors vers son point de départ, comme par l'effet d'une muraille invisible, et en l'absence de tout obstacle apparent capable d'amener un pareil résultat. Lorsqu'il se produit, en effet, en un certain point de l'atmosphère, une sorte de nuage acoustique, la transmission du son se trouve arrêtée au delà de cette région, comme nous le disions plus haut; mais le mouvement acquis ne se trouve pas détruit cependant, il est seule-

ment répercuté en arrière, comme le fait se produit toutes les fois que le son en mouvement rencontre un obstacle infranchissable. Partant de cette idée, M. Tyndall chercha à se placer en avant de ce nuage invisible, et il entendit alors fort distinctement l'écho renvoyé des profondeurs de l'atmosphère avec une intensité comparable à celle du son lui-même, tandis qu'en allant se placer seulement à quelques centaines de mètres plus loin derrière l'obstacle, l'air redevenait silencieux, et l'on ne percevait plus aucun son.

M. Tyndall cite, à cette occasion, les célèbres expériences sur la vitesse du son, exécutées en 1822 sous la direction du Bureau des longitudes, et il essaye d'expliquer, d'après sa théorie, certains phénomènes étonnants dont les illustres savants qui les ont observés n'avaient pu découvrir la raison. Les deux stations choisies étaient, comme on sait, Montlhéry et Villejuif, villages écartés l'un de l'autre de 20 kilomètres environ. On entendit bien à Villejuif le bruit du canon tiré à Montlhéry; mais il en fut tout autrement à cette dernière station, les bruits perçus furent extrêmement faibles. Arago constate le phénomène dans son rapport, mais sans chercher à l'expliquer : « Quant aux différences si remarquables d'intensité que le bruit du canon a toujours présentées, dit-il, suivant qu'il se propageait du nord au sud, entre Villejuif et Montlhéry, ou du sud au nord, entre cette seconde station et la première, nous ne chercherons pas à les expliquer, car nous ne pourrions offrir au lecteur que des conjectures dénuées de preuves. Avant de terminer cette note, nous ajouterons seulement que tous les coups tirés à Montlhéry y étaient accompagnés d'un roulement semblable à celui du tonnerre, et qui durait vingt à vingt-cinq secondes. Rien de pareil n'avait lieu à Villejuif, il nous est arrivé seulement d'entendre à moins d'une seconde d'intervalle deux coups distincts du canon de Montlhéry. Dans deux autres circonstances, le bruit de ce canon était accompagné d'un roulement prolongé. Ces phénomènes n'ont jamais eu lieu qu'au moment de l'apparition de quelque nuage; par un ciel complètement serein, le bruit était unique et instantané. » Arago termine en disant que les échos ainsi observés peuvent résulter de la réflexion dans les nuages; mais M. Tyndall objecte à cette explication que, dans ses expériences, il a toujours observé des échos, surtout en écoutant le son de la sirène, comme nous le dirons plus bas; mais que l'intervalle de temps écoulé entre le son direct et le son réfléchi était beaucoup trop faible pour que l'onde sonore ait pu se transmettre jusqu'aux nuages et en revenir. D'ailleurs il a observé également des échos par un ciel complètement serein. Arago avait remarqué lui-même que l'hygromètre avait marché à l'humidité dans la journée du 22 juin; mais il n'a malheureusement pas relevé les différences entre les deux stations, et il est probable que l'une des stations se trouvait alors baignée dans une atmosphère chargée de vapeur due au voisinage de la Seine, et il en résultait ainsi une sorte de zone opaque capable d'arrêter la transmission du son. Ce fait se rapprocherait alors complètement des résultats observés dans les expériences de South Foreland. Dans certaines journées chaudes, notamment le 4 juillet, le son du canon ne put être entendu au Shakespeare's Cliff, à une distance de 4 kilomètres seulement; d'autres jours, le son affaibli était accompagné d'un écho; et habituellement les sons les plus faibles ne s'entendaient pas avant cinq heures du soir, lorsque le soleil avait perdu déjà une grande partie de son éclat.

II.

SECONDE SÉRIE D'EXPÉRIENCES A SOUTH FORELAND.

Toutes les expériences dont nous venons de donner la description montrent bien qu'il n'y a aucune corrélation nécessaire entre la transparence optique de l'air et sa transparence au point de vue acoustique, et que la transmission du son peut se trouver entièrement arrêtée, même dans une atmosphère sans nuage et en l'absence de tout obstacle apparent.

D'autre part, il était important de faire voir également que, contrairement à l'opinion généralement admise, une atmosphère entièrement opaque n'arrête pas cependant la propagation du son. M. Tyndall parvint aussi à fournir la preuve décisive de ce fait important, et il établit ainsi la complète indépendance des causes qui peuvent influencer la transmission des ondes acoustiques et des ondes lumineuses.

Le son peut se propager, en effet, aussi facilement et s'entendre aussi loin à travers le brouillard, la pluie, la neige ou la grêle que dans une atmosphère entièrement calme et transparente, surtout si elle est un peu *hygrométrique;* et on peut même arriver, comme en plein jour, à apprécier, dans une certaine mesure, la direction et l'origine du son. C'est là une circonstance très précieuse pour les marins, puisque les signaux acoustiques sont encore efficaces, dans ces conditions, jusqu'à des distances où il serait absolument impossible de reconnaître les côtes où ils sont installés. Cependant il est très important de signaler que la transparence acoustique de l'atmosphère peut éprouver des variations très brusques et tout à fait instantanées comme sa transparence optique. Il suffit, en effet, de l'interposition d'un nuage qui passe pour altérer un instant l'éclat d'une belle journée; de même, il peut se produire tout à coup certains nuages acoustiques capables d'arrêter subitement la transmission du son, qui reprend seulement un instant après la même intensité qu'auparavant. Il y a là des changements dont on ne peut guère se rendre compte ; car rien ne trahit extérieurement la formation de ces nuages dont il est impossible de reconnaître la présence. De pareilles différences dans les faits expliquent bien les divergences d'appréciations des différents observateurs, car la plupart se sont contentés d'étudier le phénomène pendant un instant seulement, sans penser que les résultats pouvaient se trouver entièrement modifiés d'un moment à l'autre. Il fallait toute la persévérance et la sagacité d'un observateur qui n'hésitait pas à répéter tous les jours et aussi fréquemment que possible pendant près d'une année les mêmes essais pour se rendre entièrement maître du phénomène, et donner la raison de toutes les contradictions qu'on avait observées jusque-là.

Comme les expériences de M. Tyndall sont en quelque sorte des modèles du genre en raison des conditions d'exactitude et de précision dans lesquelles elles furent exécutées, nous croyons devoir reproduire en grande partie le compte rendu sommaire qu'il a donné lui-même dans son rapport de la seconde série de ses essais.

Expériences du mois d'octobre au mois de décembre à South Foreland.

On essaya en même temps une sirène américaine, dans le but d'en comparer l'efficacité avec les autres signaux acoustiques déjà précédemment expérimentés. Cet appareil, dont le type le plus simple est dû au docteur Robinson, comprenait dans sa première forme une simple membrane frappée rapidement par un courant d'air tour à tour interrompu ou rétabli. Un robinet d'arrêt était disposé sur le passage du courant de manière à l'ouvrir et le fermer 720 fois par seconde. Plus tard, la sirène fut perfectionnée par Cagniard de la Tour, qui en fit une boîte dont le couvercle perforé est placé en face d'un disque mobile également percé de trous. Les parois de ceux-ci sont dirigées obliquement de manière que l'air, en les traversant, mette le disque en mouvement sans l'intervention d'aucun mécanisme. Cet appareil fut encore modifié depuis par Dove et Helmholtz qui en conservèrent cependant les dispositions essentielles. Dans la sirène qui fut essayée à South Foreland, le couvercle et le disque mobile étaient percés tous deux d'entailles rayonnantes au lieu de trous ronds, et le son était renforcé au moyen d'une trompe verticale ayant une hauteur de 5 mètres, et un diamètre de $0^m,12$ dans le bas et de $0^m,92$ dans le pavillon. Le courant était fourni par la vapeur sortant d'un bouilleur à une pression de 4 à 5 kilogr. environ, et le disque mobile était actionné par un mécanisme séparé au moyen duquel on pouvait lui communiquer une vitesse variable pour obtenir des notes différentes.

Les expériences, commencées le 8 octobre, furent poursuivies sans interruption jusqu'au mois de décembre.

Le 8 octobre, la portée maxima des appareils essayés ne dépassa pas 16 à 18 kilomètres.

Le 10 et le 11, on observa à terre des échos dans les conditions décrites plus haut, d'une durée de 9 secondes environ pour la sirène, et de 6 secondes pour la trompette; contre le vent et malgré une pluie battante, le son se transmit jusqu'à 500 mètres environ, tandis que, sous le vent, il était porté jusqu'à 10 à 15 fois cette distance.

Le 14, la portée maxima dépassa 16 kilomètres. Le matin, les notes graves de la sirène s'entendaient mieux que les notes aiguës; trois heures plus tard, c'était le contraire, et cet état de choses lui-même ne persista pas, tellement sont rapides et surprenants les changements de l'atmosphère. A 3 heures 30 du soir, à une distance de 8 kilomètres, l'intensité du son se trouva réduite à la moitié de ce qu'elle était à 11 heures du matin, bien que le vent conservât la même direction....

Le 16, l'atmosphère présenta une très grande transparence optique, mais elle fut néanmoins particulièrement opaque au point de vue acoustique. Le canon et les sifflets essayés furent entièrement surpassés par la sirène dont le son se fit entendre jusqu'à 6 kilomètres, tandis que celui du canon ne dépassa pas 3 kilomètres. En l'absence de tout objet visible capable de produire la réflexion, les échos aériens, revenant de la direction du sud en pleine mer, restaient distincts et prolongés jusqu'à 3 kilomètres du rivage. L'écho de la sirène, entendu à la base du rocher de Foreland, persista pendant 11 secondes, et celui des meilleurs sifflets, pendant 6 secondes seulement.

Le 17 fut, au contraire, une journée qui présenta une grande transparence acoustique, la sirène se fit entendre jusqu'à 25 kilomètres, et le canon jusqu'à 28. Les échos durèrent jusqu'à 15 secondes.

La journée du 18 fut consacrée à déterminer les meilleures conditions d'emploi de la sirène, et on constata qu'il convenait de donner au disque mobile une vitesse de 2000 à 2400 tours par seconde, ce qui correspondait à une note ayant 4000 à 4800 vibrations. On fit aussi varier la pression de vapeur depuis 3 jusqu'à 6 kilog., mais l'intensité du son ne s'accrut pas aussi vite que la pression.

Le 20 et le 21, le vent était très violent, et la mer houleuse, le son des divers signaux acoustiques se trouvait facilement étouffé par le bruit de la tempête; toutefois, on entendit encore la sirène jusqu'à 6 kilomètres, tandis que le son du canon était déjà perdu à cette distance, bien qu'on aperçût cependant la fumée au moment de la détonation, mais sans entendre aucun son. C'est là d'ailleurs une observation qu'on eut l'occasion de répéter à différentes reprises : le son de la sirène domine généralement mieux les bruits locaux, et, contre le vent, il se transmet mieux que le son des autres signaux, même celui du canon.

Le 29 fut une journée très transparente pour la lumière, mais tout à fait opaque pour le son; le soleil brilla assez longtemps, et l'augmentation de l'éclat semblait affaiblir, au contraire, l'intensité du son. La sirène ne put pas se faire entendre au delà de 3 à 4 kilomètres.

Le 30 au contraire, ces conditions se trouvèrent tout à fait renversées; il régnait une brume très épaisse, et cependant le son de la sirène et celui du canon se transmirent avec une grande facilité jusqu'à une distance de 19 à 20 kilomètres.

Le 31, les résultats étaient tout différents; par un temps pluvieux, l'onde sonore ne dépassa guère 5 kilomètres.

Ces études furent encore poursuivies pendant le mois de novembre et continuèrent toujours à donner des résultats excessivement variables et très difficiles à expliquer dans tous leurs détails ; nous citerons, en particulier, la journée du 21 dans laquelle le son de la sirène ne put pas dépasser 2 kilomètres. Le 25 fut encore une journée très opaque également au point de vue acoustique, car le son du canon n'atteignit pas 4 kilomètres et ne produisit qu'un bruit très faible à 3 kilomètres.

Les essais sur l'influence du vent montrèrent, d'autre part, qu'il y a toujours avantage à diriger les signaux contre le

vent, car c'est le seul moyen pour obtenir un peu de son dans cette direction, sans l'affaiblir cependant sous le vent.

III.

EXPÉRIENCES FAITES A LONDRES PENDANT LES BROUILLARDS DU MOIS DE DÉCEMBRE.

Les longues recherches dont nous venons de parler montrent déjà bien l'indépendance complète qui existe entre la transmission du son et celle de la lumière; mais, comme il n'avait jamais rencontré à South Foreland des brouillards aussi intenses que ceux de Londres, M. Tyndall reprit ses essais sur une petite échelle à Londres même, en profitant des brouillards du mois de décembre, et il parvint à montrer que le son se transmet avec une facilité remarquable même à travers un brouillard très épais.

Un tuyau d'orgue donnant la note mi_3 (380 vibrations par seconde), une cloche, un timbre et un sifflet étaient installés sur le pont qui réunit le jardin de Kensington à Hyde Park, et M. Tyndall se tenait lui-même auprès du lac la de Serpentine, à une distance de 800 mètres environ, et il écoutait si le son pouvait lui parvenir.

Il retrouva dans ces expériences les mêmes intermittences et les mêmes variations dans l'intensité du son que nous avons déjà signalées tant de fois. Ainsi, le 11 et le 12 décembre le brouillard était très intense et il était difficile de lire même en plein air, cependant le son se transmettait sans difficulté, et le bruit du canon qu'on tirait à Woolwich pour les manœuvres des troupes se fit entendre jusqu'à Hyde Park. M. Tyndall entendit également à travers l'obscurité l'horloge de Westminster sonnant les heures; et il arriva, par exemple, au moment où 11 heures sonnèrent, qu'il entendit seulement les cinq premiers coups, tandis qu'il ne put percevoir les six coups suivants; à midi, il lui fut impossible de rien entendre. Il observa également des phénomènes analogues avec les différents instruments qu'il essayait : il arrivait tout à coup que le son de l'orgue se faisait entendre et couvrait celui du sifflet tout à fait prédominant auparavant. Pareil résultat se reproduisit continuellement pendant toute la durée de ces expériences, pendant le mois de décembre et le mois de janvier, et fournit ainsi une preuve frappante de l'instabilité de l'atmosphère au point de vue acoustique comme au point de vue lumineux; enfin, on reconnut nettement que le brouillard n'intercepte pas nécessairement la transmission du son, car c'est dans la journée du 22 janvier, par un brouillard excessif, que le son se propagea le plus loin; et dans la soirée, au contraire, lorsque le brouillard fut entièrement dissipé, on n'entendit plus aussi facilement.

Expériences du mois de février 1874 à South Foreland.

Ajoutons enfin que les expériences furent poursuivies dans les conditions premières au rocher de South Foreland pendant le mois de février suivant. MM. Atkins et Edwards, qui avaient été déjà les collaborateurs de M. Tyndall, profitèrent de journées brumeuses et de brouillards épais qu'on observa dant le cours de ce mois pour reprendre ces essais, et ils arrivèrent à établir, d'une manière entièrement irréfutable, les résultats déjà signalés jusqu'ici. Le 7 février, par un brouillard intense, le son de la sirène se fit entendre à plus de 18 kilomètres, c'est-à-dire à une distance au moins égale à celle qu'on avait observée jusque-là dans les plus belles journées.

Cependant ces résultats sont très variables, comme nous l'avons dit plus haut, et il peut se produire subitement dans l'atmosphère tel changement imprévu rendant le signal acoustique absolument inefficace. La sirène est préférable à ce point de vue, car elle paraît lutter plus facilement contre les bruits étrangers; elle s'étend toujours à 3 kilomètres au moins : dans la grande majorité des cas, elle dépasse 4 kilomètres et même 5; et le plus souvent, elle peut atteindre de 15 à 20. Le son du canon ne se distingue pas toujours aussi nettement, d'autant plus qu'il est discontinu; de plus, il est beaucoup affaibli par un vent contraire et peut perdre toute efficacité à une distance d'ailleurs très faible, de 500 mètres seulement. Cependant, c'est un signal auquel il ne faudrait pas renoncer, car la lueur qui accompagne la détonation s'aperçoit souvent quand le son ne s'entend pas, et elle fournit ainsi un point de repère précieux.

La trompette est plus facile à installer que la sirène, elle exige une pression d'air de deux atmosphères seulement, tandis qu'avec la sirène il faut employer de la vapeur à 5 kilogr. environ. Toutefois, les expériences de South Foreland établissent nettement qu'elle est inférieure à la sirène.

Transmission du son à travers la neige et la grêle.

Après avoir ainsi prouvé d'une manière frappante que le son peut se transmettre avec facilité à travers le brouillard, M. Tyndall aurait voulu démontrer qu'il en était de même à travers la neige et la grêle afin de renverser complètement les idées erronées admises jusque-là; malheureusement, les circonstances atmosphériques ne lui permirent pas de pratiquer ses essais dans les conditions nécessaires; toutefois, les faits qu'il cite à l'appui de son opinion montrent suffisamment que le son se transmet également bien dans ces deux cas. Nous rappellerons d'abord le fait observé, dans l'expédition polaire du capitaine Parry, par le lieutenant Forster. Celui-ci, se trouvant au delà du Port Bowen, alors entièrement gelé, entendit, par l'intermédiaire de la glace, une conversation tenue par les matelots à une distance de 2 kilomètres.

M. Tyndall cite enfin l'observation suivante qu'il fit sur la *Mer de glace* à l'occasion de ses célèbres études sur le mouvement des glaciers. Il était venu à Chamonix le 25 décembre 1859, à l'effet de relever en hiver le déplacement du glacier, et il y resta plusieurs jours pendant lesquels la neige tomba avec une grande abondance et couvrit le sol sur une épaisseur de plusieurs pieds. Il se rendit néanmoins à Montanvert et envoya de là un aide pour planter sur la glace les piquets dont il voulait relever les déplacements, et il fut

tout à fait surpris de constater que la voix se faisait alors entendre à une distance de près d'un kilomètre malgré les rafales de neige qui tombaient alors avec violence et obscurcissaient la vue. Ce fait excita plus tard le plus vif étonnement de la part de sir John Herschell à qui M. Tyndall le raconta.

Si l'on cherche à résumer les laborieuses expériences dont nous venons de donner le compte rendu et dont la direction fait le plus grand honneur à l'illustre physicien qui les a entreprises, on dira qu'il y a indépendance complète entre la transparence lumineuse et la transparence acoustique de l'atmosphère; et de plus, cette dernière propriété peut se trouver subitement changée par des causes invisibles, comme la première l'est par des nuages qui interceptent les rayons solaires; enfin, le véritable obstacle à la transmission du son, ce n'est pas, comme on l'a cru trop longtemps, le brouillard, ni même fort probablement la neige ou la grêle, c'est l'état *floculent* d'une atmosphère transparente cependant, mais qui renferme une quantité considérable de vapeur d'eau formant de petites vésicules qui altèrent complètement l'homogénéité de l'air et créent autant d'échos qui interceptent le passage des rayons sonores et les obligent à rebrousser chemin vers leur point de départ.

CHIMIE

COLLÈGE DE FRANCE

COURS DE M. BERTHELOT
De l'Institut.

De la décomposition chimique (1).

XXIX.

Les équilibres dans les systèmes hétérogènes obéissent à des lois différentes de celles qui correspondent au cas des systèmes homogènes. Dans le cas des systèmes hétérogènes, en effet, l'action des corps en présence ne peut s'exercer qu'à leur surface, et l'équilibre final doit être, par conséquent, indépendant des poids absolus des corps qui agissent les uns sur les autres. Aussi le principe même de l'action réciproque de ceux-ci est-il tout différent.

Ce principe peut être désigné sous le nom de *principe des surfaces de séparation*. Il ne s'applique pas seulement aux phénomènes de dissociation, mais à un très grand nombre de phénomènes physiques et chimiques.

Il s'applique, par exemple, aux tensions de vapeurs saturées. Si l'on a, en effet, dans un vase clos, un liquide en contact avec sa vapeur, les actions réciproques du liquide et de la vapeur s'exercent seulement à la surface de séparation et sont indépendantes des volumes respectifs occupés par le gaz et par la vapeur. Elles sont réglées par un certain coefficient, fonction de la température.

(1) Voir la *Revue scientifique* des 10 janvier, 31 janvier, 20 mars, 17 avril, 23 mai, 4 septembre, 25 septembre et 30 octobre 1880.

Il en est de même lorsqu'un gaz est en présence d'un liquide : la solution de ce gaz dans le liquide se fait suivant des lois que nous n'avons pas à développer ici; mais la proportion de gaz qui se dissout est déterminée par son coefficient de solubilité, lequel est indépendant de la masse absolue du liquide et de celle du gaz.

De même, la solubilité des corps solides dans les liquides est indépendante de la quantité absolue des solides que l'on met en présence des liquides ; dès que le solide est en excès, elle dépend du coefficient de solubilité.

On peut en dire autant de ce qui se passe quand on fait agir à la fois deux dissolvants non miscibles sur un même corps. Si, par exemple, nous ajoutons de l'éther à une solution aqueuse de perchlorure de fer, l'éther prendra une teinte jaune sensible et dissoudra une petite proportion de perchlorure de fer. Ce partage entre l'eau et l'éther sera plus complet avec le chlorure d'or, et l'éther en dissoudra même une proportion relative plus considérable que l'eau, en prenant une teinte jaune très marquée. Dans tous les partages de ce genre, il existe un rapport constant entre les proportions dissoutes par chaque liquide à la surface de séparation. Ce rapport constant est le *coefficient de partage*. Il est indépendant de la quantité des dissolvants que l'on peut ajouter au système, pourvu que ceux-ci contiennent la même dose de corps soluble que les dissolvants déjà en présence.

C'est précisément ce principe qui règle les phénomènes de dissociation dans les systèmes hétérogènes, c'est-à-dire en partie gazeux, en partie solides ou liquides ; ou bien encore renfermant à la fois un solide et un liquide, ou deux liquides non miscibles.

En vertu de ce principe, dis-je, il existe un rapport constant entre la proportion de gaz qui se dégage et celle qui reste combinée. Aussi existe-t-il une analogie étroite entre les lois de la dissociation et celles des tensions de vapeurs, ainsi que M. Deville l'a établi par de remarquables expériences.

L'étude des tensions de dissociation s'applique donc au cas où des gaz sont dégagés par des corps solides ou liquides. Rappelons quelques résultats tirés des expériences de M. Debray.

Voici les tensions qu'acquiert, à diverses températures, l'oxygène dans la dissociation de l'oxyde d'iridium :

A 825°	5mm
1003°	203
1112°	711
1139°	745

L'oxygène qui est mis en liberté par l'action de la chaleur sur l'oxyde d'iridium acquiert donc une tension déterminée et qui reste constante si la température l'est aussi : ce qui indique que la décomposition de l'oxyde d'iridium et la recombinaison de l'oxygène et de l'iridium sont deux phénomènes réversibles.

Si on enlève l'oxygène à mesure qu'il se dégage, on arrivera, même à une température relativement peu élevée, à une décomposition totale, décomposition qu'on n'aurait pas pu obtenir même à une température beaucoup plus haute, en vase clos.

Il résulte de la constance de la tension acquise par l'oxygène, lorsque l'on chauffe l'oxyde d'iridium en vase clos, que la proportion, décomposée à une certaine température, dépendra surtout du volume que peut occuper l'oxygène dissocié. La décomposition de l'oxyde sera faible, même à haute température, si le volume est petit ; elle pourra être complète, même à une température voisine de celle où la dissociation commence, si le volume où le gaz peut se répandre est indéfini.

Dans le cas que nous venons de citer, nous avons un corps binaire qui se décompose simplement en ses éléments. Les phénomènes de décomposition sont en général plus compliqués et se composent souvent d'une série d'actions secondaires et de décompositions successives. Ce que nous venons de dire devra être appliqué à chacune de ces dernières.

M. Debray a encore étudié la dissociation du carbonate de chaux, corps qui ne se décompose plus en ses éléments, mais qui dégage de l'acide carbonique sous l'action de la chaleur ; la décomposition du carbonate de chaux est un phénomène réversible, et l'acide carbonique se combine à la chaux directement ; il doit donc en résulter pour l'acide carbonique mis en liberté des tensions de dissociation constantes, lorsqu'on chauffe en vase clos et à température fixe le carbonate de chaux.

M. Debray a trouvé que la tension de dissociation de l'acide carbonique à la température de 860° est égale à 85 millimètres. Cette tension est encore indépendante des volumes respectifs du solide et du gaz ; l'addition d'un excès de chaux vive est sans influence sur elle, de même que l'addition, à un mélange de chaux vive et de carbonate de chaux, d'acide carbonique sous une pression quelconque, la tension de ce gaz revenant alors à la tension de dissociation primitive

Les mêmes principes s'appliquent à une multitude de phénomènes en chimie, par exemple, à l'efflorescence des sels hydratés, étudiés par M. Debray et par M. Wiedemann.

Quelques hydrates salins sont stables et ne perdent pas leur eau, même dans le vide ; d'autres, au contraire, sont susceptibles de s'effleurir, et si on les place dans un espace clos, la vapeur d'eau pourra prendre une certaine tension dans cet espace. Aussi les déshydratera-t-on, si on les maintient sous une cloche avec de l'acide sulfurique, ce dernier absorbant à mesure la vapeur d'eau qui se dégage.

Si alors il n'existe qu'un seul hydrate salin, le sel se dessèchera complètement dans ces conditions.

S'il existe, au contraire, deux hydrates successifs, tels que le deuxième n'ait pas de tension propre, l'eau s'éliminera tant que le premier hydrate subsistera, et l'on arrivera ainsi au second hydrate. Si à ce dernier correspond une tension de vapeur sensible, le système acquerra d'abord une deuxième tension fixe ; et si l'on élimine encore la vapeur d'eau, on arrivera au sel anhydre.

La tension de vapeur des hydrates les moins riches est, dans tous les cas connus, inférieure à celle des hydrates suivants.

Nous voyons donc encore que la constance de la tension de la vapeur d'eau émise par les hydrates caractérise ces derniers.

On doit arriver, pour un hydrate, à un même état de déshydratation, lorsqu'on le met en présence de l'acide sulfurique, soit dans l'air, soit dans le vide, et la vitesse seule des phénomènes sera différente. C'est là un fait qui a été parfois méconnu, avant que les principes de la dissociation ne fussent établis.

Ces principes peuvent recevoir de nombreuses et importantes applications.

Nous citerons, par exemple, la préparation de la chaux ; nous avons vu d'après la tension de dissociation du carbonate de chaux que la décomposition de ce corps à la température de 860° ne peut se poursuivre, si l'acide carbonique se trouve en présence du carbonate de chaux avec une tension de vapeur égale à 85 millimètres ; la décomposition pourra, au contraire, être poussée jusqu'au bout, si l'on élimine l'acide carbonique à mesure qu'il se produit ; on arrive à ce résultat au moyen d'un courant de vapeur d'eau ou d'un gaz inerte ayant pour effet d'entraîner l'acide carbonique.

De regrettables confusions se font encore entre les phénomènes de dissociation et ceux de décomposition totale.

C'est ainsi qu'on a nié l'existence à l'état gazeux des sels ammoniacaux. Un grand nombre de faits montrent, en effet, que, dans un sel ammoniacal vaporisé, l'acide et l'ammoniaque existent à l'état de liberté ; mais cela peut s'expliquer par une dissociation, aussi bien que par une décomposition totale, et aucune méthode jusqu'ici ne permet de juger du degré réel que peut atteindre la dissociation.

L'hypothèse d'une dissociation paraît établie *par l'expérience* directe de M. Deville qui a constaté un dégagement de chaleur lors de l'action de l'acide chlorhydrique sur l'ammoniaque à une température supérieure à celle qui correspond à la vaporisation du chlorhydrate d'ammoniaque.

La dissociation de la vapeur d'eau explique encore la décomposition apparente de cette vapeur d'eau par l'argent et divers autres métaux ; la vapeur d'eau, au-dessus de 1000°, agissant en réalité à la fois comme eau combinée et comme oxygène et hydrogène libres.

Nous ne multiplierons pas ces exemples qui peuvent montrer les nombreuses et importantes applications des principes de la dissociation.

Les mêmes principes s'appliquent au cas d'un liquide et d'un solide, et l'on retrouve encore des lois analogues à celle des tensions de dissociation.

Nous citerons l'action de l'eau sur l'azotate de bismuth, sur le chlorure d'antimoine et les cas nombreux où des sels doubles peu solubles peuvent se produire.

Les lois de ces phénomènes ont été étudiées par M. Ditte.

Lorsqu'on fait agir l'eau sur le sulfate de mercure, il se précipite un sulfate basique, désigné sous le nom de turbith minéral, et cette réaction peut être représentée par l'équation :



$$3\,(SO^3\,Hg\,O) + (n+2)\,HO = SO^3\,3\,Hg\,O + 2\,SO^3\,HO + n\,HO.$$

On voit qu'en présence d'une quantité indéfinie de sulfate de mercure, l'eau s'enrichira progressivement en acide sulfurique. Or ce dernier peut, à un certain état de concentra-

tion, réagir sur le sulfate ; il en résulte que l'on doit arriver dans l'action de l'eau sur le sulfate de mercure à obtenir une liqueur acide qui ne réagira plus sur ce sulfate. Ce fait a été constaté par M. Ditte, qui a déterminé la concentration limite qui correspond à cet état d'équilibre.

M. Ditte a constaté les mêmes phénomènes pour la décomposition de l'azotate du bismuth par l'eau. C'est ainsi que l'eau, renfermant 87 grammes d'acide azotique par litre, ne décompose plus l'azotate de bismuth.

Tous ces phénomènes ont réagi par l'existence d'un rapport fixe entre l'acide sulfurique contenu dans les liqueurs et l'acide renfermé dans le sel, c'est-à-dire par un coefficient fixé, conformément au principe des surfaces de séparation.

Les mêmes lois s'appliquent en général à tous les équilibres chimiques qui peuvent se développer entre un liquide et un solide.

Nous avons étudié, dans le cas des équilibres qui correspondent aux systèmes homogènes, l'influence de la température, de la pression, et des proportions relatives, et nous avons vu les conditions qui peuvent faire varier la vitesse avec laquelle ces équilibres s'établissent.

On peut étudier aux mêmes points de vue les équilibres qui correspondent aux systèmes hétérogènes.

En général, la dissociation croit avec la température ; mais la loi suivant laquelle son influence s'exerce, n'est pas connue jusqu'ici.

L'influence de la pression ne peut se produire que sur les systèmes renfermant un gaz. Dans ce dernier cas, l'influence de la pression ne sera efficace sur la limite finale que si les changements de pression sont dus à des changements effectués sur les gaz eux-mêmes qui sont mis en liberté dans la dissociation. Si les changements de la pression sont dus à l'introduction d'un gaz inerte, l'effet de ces changements ne s'exercera que sur la vitesse de dissociation.

Dans le premier cas, au contraire, les phénomènes pourront être bien différents suivant la pression. C'est ainsi qu'un sel hydraté, susceptible de s'effleurir, ne le fera pas s'il est placé dans une atmosphère où la vapeur d'eau soit supérieure à la tension de dissociation de cet hydrate.

De même, certains oxydes, tels que l'oxyde d'iridium, susceptibles de se décomposer dans l'air, n'éprouveront dans l'oxygène aucune décomposition à la même température.

Dans le cas, au contraire, où les phénomènes ne sont pas réversibles, et où, par conséquent, les lois de la dissociation ne sont plus applicables, la pression n'a plus d'influence sur les réactions : ainsi nous avons vu que la production de l'hydrogène par l'action de l'acide sulfurique sur le zinc n'est nullement arrêtée par la pression.

L'influence des proportions relatives est fort différente dans les systèmes hétérogènes et dans les systèmes homogènes. Les proportions relatives n'exercent, en effet, aucune influence dans les premiers ; c'est ce qui résulte de l'énoncé du principe des surfaces de séparation. C'est là un des faits qui montre combien est essentielle cette distinction entre le cas des systèmes homogènes et celui des systèmes hétérogènes.

Quant à la vitesse avec laquelle s'établissent les équilibres dans les systèmes hétérogènes, elle dépend de l'état des surfaces et des courants qui peuvent s'établir dans le sein des liquides : aussi l'étude théorique de la vitesse ne peut-elle, d'une manière fructueuse, être faite que dans le cas des systèmes homogènes.

Dans le cas des systèmes hétérogènes, on peut seulement dire que la vitesse décroît en général, à mesure que l'on approche de la limite.

XXX.

Nous allons nous occuper aujourd'hui des énergies étrangères qui provoquent les décompositions chimiques.

Les décompositions qui peuvent être effectuées sans dépenser une énergie étrangère sont, comme nous l'avons vu, les décompositions exothermiques. Ces décompositions exothermiques peuvent se produire tantôt d'une manière immédiate dans les conditions ordinaires, comme cela a lieu pour l'eau oxygénée et l'acide persulfurique; tantôt sous l'influence d'un travail préliminaire, comme cela a lieu pour le cyanogène.

On peut constater à cet égard un contraste remarquable entre la décomposition de l'hydrogène arsénié et celle du cyanogène. Ces deux gaz dégagent, en effet, en se décomposant, des quantités de chaleur voisines et considérables, soit de 36c.0 pour le premier et 38c.0 pour le second.

Cependant le cyanogène est stable à la température ordinaire, tandis que l'hydrogène arsénié se décompose d'une façon très notable en plusieurs heures. Mais le travail préliminaire qui est nécessaire pour décomposer le cyanogène peut être très petit, et la décomposition de ce gaz, comme celle de l'hydrogène arsénié, s'effectue en vertu de l'excès d'énergie que possède le composé sur les composants.

Les décompositions endothermiques exigent, au contraire, l'intervention directe d'une énergie étrangère et dépensée en proportion de la quantité décomposée. Elle est en général, dans ce cas, produite par la chaleur ou par l'énergie dégagée dans des réactions simultanées, et nous avons étudié ces actions avec détails, parce qu'elles sont d'une application fréquente en chimie.

Nous allons étudier encore l'action de deux autres agents dont l'énergie peut être employée à produire des réactions : la lumière et l'électricité. Cette énergie, aussi bien que celle de la chaleur, est empruntée au milieu éthéré.

Lumière. — Un grand nombre de décompositions sont produites par la lumière.

Si l'on expose au soleil, par exemple, du gaz iodhydrique, l'iode est précipité au bout d'un certain temps, et la décomposition devient bientôt complète sous l'influence des rayons solaires. La décomposition n'a pas lieu lorsque l'on conserve le gaz à l'abri de la lumière.

Or, la décomposition de l'acide iodhydrique gazeux en hydrogène et en iode gazeux



$$HI = H + I$$

correspond à un dégagement de $0^{c}.8$, et si, conformément

aux conditions mêmes de l'expérience, on rapporte la réaction à la production d'iode solide, le nombre correspondant sera accru de la chaleur de vaporisation de l'iode, 5c.4, et sera 6c.2.

La plupart des réactions que la lumière produit sont des réactions exothermiques; la lumière ne produit alors que le travail préliminaire, sans que l'énergie qu'elle apporte entre directement enfin dans le phénomène. C'est ce qui a lieu dans presque toutes les réactions de la photographie, qui ne sont autre chose que la réduction des sels d'argent ou d'or sous l'influence de la lumière.

Il existe cependant un certain nombre de réactions où la lumière effectue réellement un travail. C'est ce qui paraît avoir lieu dans la réduction du chlorure d'argent sous l'influence de la lumière. On sait que ce corps, exposé à la lumière, brunit rapidement. Si l'on admet que cette réduction consiste en une décomposition du chlorure en ses éléments, la chaleur absorbée par cette décomposition serait fort considérable et égale à 29c.2.

Si l'on étudie de plus près l'action de la lumière sur le chlorure d'argent, on voit qu'elle est moins simple, et cette question est encore controversée. Il y a bien du chlore mis en liberté dans cette réaction; mais le corps qui est mis en liberté ne paraît pas être de l'argent, mais un sous-chlorure. La formation de ce sous-chlorure doit répondre à une absorption de chaleur, d'après toutes les analogies.

De même, la lumière agissant sur les végétaux détermine la décomposition de l'acide carbonique, et le carbone reste fixé dans le tissu.

En réalité, ce carbone n'est pas mis en liberté; mais il s'unit à l'eau pour former les divers glucoses et celluloses. Le signe thermique du phénomène final est négatif, c'est-à-dire que la lumière apporte son énergie dans l'accomplissement de ces réactions qui se produisent sous son influence dans les végétaux.

On voit cependant qu'aucune des réactions endothermiques qui paraissent effectuées par la chaleur n'est jusqu'ici clairement définie. C'est ce qui explique pourquoi on n'a pas pu jusqu'ici trouver une mesure réelle de l'énergie chimique de la lumière.

Les recherches qui ont été faites sur ce sujet ont toutes porté sur l'étude de réactions exothermiques déterminées par la lumière. Il est clair que ce genre de réactions ne peut en aucune façon donner aucune mesure de l'énergie lumineuse, le travail préliminaire effectué pour déterminer le phénomène n'étant, comme nous l'avons vu, nullement en rapport avec l'énergie de signe contraire développée par ce même phénomène.

Avant de quitter ce sujet, il est nécessaire de dire encore quelques mots d'un principe qui règle les actions chimiques de la lumière.

Ces actions, en effet, sont soumises à une loi importante qui a été découverte par Herschell.

Toutes les réactions, en effet, soit combinaisons, soit décompositions, qui sont déterminées par la lumière, ne sont pas produites par les mêmes rayons, et il ne faut pas croire que les rayons appelés *rayons chimiques*, et situés dans le spectre solaire au delà des rayons violets, possèdent exclusivement la propriété de déterminer des actions chimiques.

Lorsque la lumière tombe sur un corps, une partie de cette lumière est réfléchie; une autre est transmise, si le corps est transparent; une troisième portion est absorbée. Cette dernière seule peut agir, et c'est là une loi fondamentale qui a été établie par Herschell.

Il en résulte qu'une substance colorée ne pourra être détruite que par sa couleur complémentaire, et cette loi nous indique comment il sera possible d'éviter l'altération des substances colorées. Il suffira en effet, de les placer dans des vases colorés, de couleurs différentes de la couleur complémentaire de ces substances et qui absorbent cette dernière.

Cette absorption est du reste plus difficile à réaliser qu'on ne pourrait le croire, ces couleurs complémentaires n'étant pas en général des couleurs simples, mais étant constituées par divers rayons appartenant à des parties distinctes du spectre. En réalité, il est fort difficile et même presque impossible de trouver une couleur qui absorbe en même temps tous ces rayons. Aussi la protection que peut apporter à une matière colorée l'emploi d'une enveloppe colorée est-elle seulement approximative, et le seul moyen absolument efficace est-il de conserver dans l'obscurité absolue les substances colorées altérables.

On voit par là aussi pourquoi les rayons lumineux qui peuvent être actifs dans les décompositions chimiques appartiennent à toute espèce de radiations; les rayons qui détermineront par exemple la décomposition d'une substance colorée en jaune, comme l'acide nitrique, seront différents de ceux qui peuvent altérer une substance bleue ou verte. Ces rayons seront placés dans des parties fort différentes du spectre, et l'on ne peut pas dire qu'il existe réellement une partie chimique du spectre.

Électricité. — Proposons-nous enfin d'étudier rapidement un sujet sur lequel nous possédons des idées plus générales: l'action de l'électricité sur les décompositions.

Nous avons déjà défini le rôle des énergies électriques dans les combinaisons, ce qui nous dispense d'insister sur les phénomènes réciproques.

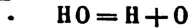
L'électricité est un agent de décomposition beaucoup plus général que la lumière, dont on ne connaît nettement qu'un nombre d'actions fort restreint, et qui semble ne pas avoir d'action propre sur les matières absolument incolores. L'intervention de l'électricité dans les décompositions chimiques est d'une application si étendue, que l'on a pu dire que le courant électrique était l'action chimique transportée à distance.

L'électricité peut intervenir dans les décompositions suivant quatre mécanismes fondamentaux, qui sont les mêmes que pour les combinaisons; aussi ne les rappellerons-nous que d'une façon sommaire; ce sont:

1° L'électrolyse voltaïque dans un liquide;
2° L'électrolyse voltaïque par l'arc électrique;
3° L'étincelle électrique;
4° L'effluve.

1° *Électrolyse dans un liquide.* — La décomposition de l'eau peut servir de type des décompositions produites par l'électrolyse. Elle se produit, comme on le sait, avec mise en liberté d'un volume d'oxygène pour deux d'hydrogène si l'eau que l'on soumet à l'électrolyse n'a été que faiblement acidulée par l'acide sulfurique.

La décomposition



$$HO = H + O$$

absorbe 34c.5; on voit que l'énergie voltaïque est ici employée à produire une décomposition chimique et se trouve consommée pour produire la réaction en sens inverse des affinités chimiques.

Le phénomène se reproduit avec les sels métalliques; nous citerons l'électrolyse du sulfate de cuivre, avec mise en liberté de cuivre au pôle négatif, d'oxygène et d'acide sulfurique au pôle positif.

Nous rappellerons que toutes ces électrolyses sont soumises à la loi des équivalents électro-chimiques de Faraday : si une série de dissolutions sont traversées par un même courant électrique, les quantités de métaux précipités en un même temps dans chacune d'elles sont proportionnelles à l'équivalent de ces métaux; je dis l'équivalent, et non le poids atomique.

Ces applications exigent que les corps soient conducteurs, et elles ne peuvent être réalisées que dans les liquides. L'électrolyse des sels fondus est soumise aux mêmes lois que celle des solutions salines.

2° *Arc voltaïque.* — L'arc voltaïque décompose les gaz composés en leurs éléments. Ici l'élévation de température est excessive, et les effets chimiques obtenus peuvent être attribués à la fois à cette élévation de température et à la propagation du courant voltaïque.

3° *Étincelle.* — L'étincelle, en traversant un gaz, détermine dans ce gaz de fréquents changements de température et de potentiel. En principe on peut admettre que tous les gaz composés sont détruits par l'étincelle et se résolvent en leurs éléments.

L'hydrogène phosporé, par exemple, se décompose avec mise en liberté de phosphore et d'hydrogène, et le volume gazeux augmente de la moitié du volume initial. Au bout d'un quart d'heure, la décomposition est complète. Voici l'expérience : la réaction $PH^3 = P + H^3$ absorbe 12c. On voit que l'électricité intervient ici en fournissant l'énergie nécessaire pour séparer les composants.

Le cyanogène est décomposé par l'étincelle en carbone et azote; mais cette réaction est, au contraire, exothermique.

Les gaz composés, que leur formation soit endothermique ou exothermique, sont donc décomposés par l'étincelle.

Parmi les décompositions produites par l'électricité, il y a lieu de distinguer celles qui sont susceptibles de réactions inverses et celles qui ne sont pas réversibles. Dans les réactions endothermiques non réversibles d'une manière appréciable, nous citerons la décomposition de l'ammoniaque. Parmi les décompositions réversibles, la décomposition de l'acide carbonique en oxyde de carbone et oxygène. Dans ce dernier cas, il se produit un équilibre et la réaction est incomplète; aussi, dans le cas de l'acide carbonique, un tiers seulement dans les conditions les plus favorables est-il décomposé.

4° *Effluve.* — L'effluve décompose les gaz composés.

Nous avons déjà vu la disposition employée pour soumettre les gaz à l'action de l'effluve. Autour d'une éprouvette placée sur le mercure, une bande de platine enroulée en spirale extérieurement reçoit un des fils de la bobine; l'autre fil est plongé dans un tube recourbé, rempli d'eau acidulée, et dont une branche pénètre jusqu'au haut de l'éprouvette extérieure. Le gaz est soumis à l'effluve dans la partie annulaire contenue entre le tube et l'éprouvette. Voici l'expérience.

Les changements de potentiel produit par l'appareil d'induction déterminent dans l'appareil des décharges obscures, que l'on peut apercevoir dans l'obscurité sous la forme de lueurs phosphorescentes.

Le mode de décomposition produit par l'effluve est fort remarquable; un seul des deux éléments est partiellement mis en liberté, tandis que l'autre s'accumule dans les produits, en donnant lieu à des condensations moléculaires.

C'est là, comme nous l'avons vu, un des mécanismes généraux dans les décompositions produites par la chaleur. De même, la lumière produit des hydrates de carbone dans les végétaux, par suite de la condensation du carbone emprunté à l'acide carbonique.

C'est ainsi que l'acide carbonique, sous l'influence de l'effluve, donne de l'oxygène libre et de l'oxyde de carbone, un sous-oxyde C^4O^3, que l'on obtient plus abondamment en opérant directement sur l'oxyde de carbone.

De même, l'hydrogène phosphoré donne de l'hydrogène et du phosphure solide P^2H.

Des condensations analogues se produisent avec l'hydrogène arsénié, l'acide sulfhydrique, etc.

En général, toute décomposition produite par l'énergie du milieu éthéré, dans des conditions ménagées, donne lieu à des équilibres, dans lesquels concourent, d'une part, un élément libre et, d'autre part, l'autre élément accumulé dans des composés de plus en plus condensés.

BERTHELOT.

ANTHROPOLOGIE

Congrès de la Société allemande d'anthropologie.

Parmi les problèmes que l'anthropologie allemande s'est posés, un des plus importants est la recherche de l'origine, de la parenté, de la composition ethnologique du peuple germain. Les caractères ethniques tirés de la coloration des cheveux, de l'iris, de la peau, de la stature, sont des guides précieux au milieu de l'enchevêtrement des races, de leur croisement, de leur filiation. Ces caractères distinctifs se conservent à travers les péripéties évolutives sans grande importance au point de vue des conditions matérielles d'exis-

tence. Le type blond et le type brun n'ont pas l'un sur l'autre l'avantage d'une supériorité innée; ils ne sont que l'expression d'une souche distincte. L'étude comparative des formes crâniennes, leur statistique sont également une des questions qui tiennent le plus de place dans le programme de la science anthropologique allemande.

Le congrès de la Société allemande d'anthropologie réuni à Berlin au mois d'août 1880 est une nouvelle preuve de sa sollicitude pour ce genre de recherches. Nous avons sous les yeux les comptes rendus sténographiés de six séances tenues sous la présidence du professeur Virchow.

Cette Société, dont les origines toutes récentes ne remontent pas au delà de dix ans, avait célébré sa première réunion dans une modeste salle d'hôtel à Mayence; elle comptait à peine une quarantaine de membres; aujourd'hui, elle se compose de plus de deux mille sociétaires, et sa séance d'ouverture a été inaugurée avec une pompe inaccoutumée dans le palais du Corps législatif, en présence du prince impérial d'Allemagne et d'un public d'élite.

M. Shaafhausen, rapporteur de la commission crâniométrique, a rendu compte des travaux concernant le catalogue général des collections anthropologiques publiques et privées en Allemagne. Dans une couple d'années le classement sera terminé, les mesures enregistrées. M. Shaafhausen constate avec regret qu'on n'a pu s'entendre sur une méthode uniforme de mensuration du crâne.

Un point de départ commun est surtout désirable, dit-il, pour déterminer les proportions crâniométriques chez les vivants. Il eût été prématuré d'adopter à la hâte des réformes sur l'importance desquelles on n'est pas d'accord. Le plan de Merkel ou de Ihering part du trou auditif et aboutit au bord inférieur de l'orbite. La ligne de Ihering n'est plus considérée comme la meilleure; on lui préfère une autre qui coïncide presque exactement avec la ligne de Gœttingue. L'orateur souhaite qu'on adopte l'horizontale du crâne comme un indice de son degré de développement.

Chargé, il y a deux ans, de négocier avec le professeur Broca, dont la perte est si vivement ressentie par la science, une entente crâniométrique internationale, M. Shaafhausen lui exposa en même temps la loi qu'il croit avoir trouvée, à savoir que les races inférieures ont une horizontale qui, partant du milieu du trou auditif, coupe plus profondément le profil que cela n'a lieu chez les races supérieures.

M. Shaafhausen remarque encore avec raison qu'il ne faut pas s'exagérer l'importance des nombres par lesquels on exprime les rapports des parties de la tête. Pour mesurer un crâne, il faudrait des centaines de lignes qui ne seraient pas encore suffisantes pour juger de l'âge, du sexe, de la race. Une description exacte du crâne, de ses parties distinctes, en apprend plus qu'un amas de chiffres.

Un progrès qu'on doit en grande partie à M. Eckert a été réalisé dans la détermination du sexe d'un crâne. Un volume moindre, une délicatesse plus grande dans les contours des orbites, dans la structure des mâchoires, l'absence ou le peu d'importance du sinus frontal, un passage plus doux du front à la racine du nez, l'aplatissement de l'os pariétal, etc., caractérisent les crânes féminins. M. Shaafhausen recommande de noter la longueur de la mâchoire supérieure dans les descriptions crâniométriques, car il a constaté un rapport constant entre la longueur de la face et celle de la stature. Il est d'accord avec M. Broca pour considérer la largeur des fosses nasales comme un signe des races inférieures; il fait quelques réserves sur la méthode française de cubage de la cavité crânienne. Au petit plomb dont se servent les anthropologistes de l'école de Broca pour déterminer indirectement le volume du cerveau, l'honorable professeur de Bâle préfère les grains de millet : affaire de goût personnel qu'on ne peut discuter.

M. Virchow, en sa qualité de président de la commission pour la statistique comparée des races, fait un rapide exposé de ses travaux. Il présente au congrès deux cartes où l'on peut suivre le résultat des recherches entreprises sous sa direction. Les investigations touchant les races brunes et les races blondes ne se sont pas bornées à la couleur des cheveux; elles se sont étendues à l'ensemble des caractères distinctifs, tels que la couleur des yeux, de la peau, de la texture des cheveux; la structure osseuse sera comprise plus tard dans le travail complémentaire de la commission. Des États voisins ont suivi l'exemple donné par l'Allemagne. La Suisse, sous l'impulsion du professeur Kollmann appelé à une chaire à l'Université de Bâle, a entrepris une série de recherches et dressé des cartes qui ont excité quelque surprise et ont introduit quelque confusion dans les tables statistiques et les divisions adoptées par la commission *allemande* de statistique des races. Les observations ont été faites dans les deux pays sur la jeunesse des écoles, et cependant la Suisse apporta une telle surabondance de l'élément brun, qu'il fallut remanier les cartes dressées par la commission allemande pour y rattacher les cartes suisses.

La Belgique a entrepris un travail analogue, mais ses divisions ne reposent pas sur les mêmes principes et ne concordent pas avec les séries allemandes. On peut néanmoins voir qu'au sud de la Belgique le type brun domine avec l'élément wallon et que le type blond est en majorité chez les Flamands du nord et de l'ouest.

M. Kollmann signale l'inconvénient de prendre la moyenne de tous les crânes quand on veut déterminer le caractère ethnique d'une population. La moyenne de l'indice de longueur et de largeur prise sur un grand nombre de têtes se rattachera au type dominant, et les types qui concourent dans une proportion plus faible à la composition ethnique s'effaceront. La moyenne nivelle les différences particulières au profit d'un caractère général. M. Kollmann propose de se servir de la méthode graphique ou statistique pour déterminer la part qui revient à chaque race. Il démontre que le prognathisme que l'on croyait être l'apanage exclusif des races inférieures se rencontre chez les peuples civilisés. Jusqu'à présent, les mâchoires prognathes des Européens qu'on rencontrait dans les musées anatomiques étaient attribuées à des cas pathologiques, ou bien à des cas prononcés de prognathisme alvéolaire; mais où est la frontière morphologique qui sépare le prognathisme alvéolaire du prognathisme véritable?

D'après Welker, l'angle moyen nasal pour les crânes orthognathes est de 54 à 66°,5; au delà d'un angle de 66°,5 commence le prognathisme. Eh bien, on trouve au cœur de l'Allemagne des crânes dont l'angle nasal mesure 43 pour 100, c'est-à-dire des mâchoires plus prognathes que chez les nègres de l'Australie. Ce résultat n'est pas dû à un défaut de méthode. D'autres angles faciaux conduisent à la même conclusion. Koltzius a démontré que ni l'angle de Camper, ni celui de la racine du nez employé par Virchow, ni même la ligne de Ihering qui s'appuie sur un plan horizontal ne changent rien à la chose. Tous les procédés de mensuration démontrent surabondamment que le prognathisme ne se borne pas aux races inférieures, mais s'étend aux peuples civilisés. Ce n'est pas le degré de prognathisme absolu qui détermine si une race est à mâchoire droite ou oblique, mais la proportion relative qui fait qu'une race est orthognathe ou prognathe.

Finalement les mesures prises par M. Kollmann lui ont donné la conviction que les mâchoires prognathes et les mâchoires orthognathes se trouvent réparties entre toutes les races. Chez un natif de l'Afrique centrale les signes caractéristiques de la prognathie peuvent manquer, comme ils peuvent se rencontrer sur un crâne appartenant à une race civilisée. Un anatomiste allemand avait formé une collection de crânes provenant des environs de Gœttingue; les savants qui les ont examinés ont manifesté leur surprise de voir les crânes de nègres et d'Indiens que produisait le sol hanovrien.

Une intéressante discussion s'engage à propos d'une microcéphale de onze ans. L'hypothèse de l'atavisme est rejetée, M. Virchow y voit un cas pathologique. Dans la comparaison de la petite microcéphale avec deux crânes de gorilles, l'un tout jeune, et l'autre adulte, le président du congrès fait remarquer que la différence s'accentue surtout par la croissance inégale des parties crâniennes. La tête du jeune gorille a réellement quelque chose d'humain malgré la proéminence des mâchoires, elle est même en avance sur les têtes d'enfant d'un âge correspondant. Mais, en grandissant, les rapports changent, et l'arrêt de développement du crâne et de la face chez les singes, coïncidant avec l'exagération de plus en plus grande de la mâchoire, rétablit l'avantage en faveur des crânes humains, fussent-ils microcéphales.

Les microcéphales, en grandissant, acquièrent quelques notions; ils sont attentifs à ce qui se passe autour d'eux et ne sont pas dépourvus d'une sorte de volonté indépendante; mais tout ce qui fait la supériorité du singe, toute la partie instinctive leur fait défaut; c'est un domaine dont l'accès leur est fermé.

La réunion crâniométrique sous la présidence de M. Eckert a été fort animée; elle s'est terminée par un incident orageux à la suite duquel M. Shaafhausen s'est démis du mandat qu'on lui avait confié de négocier une uniformation internationale des procédés crâniométriques. Dans tous les pays, les mesures se réduisent à des lignes droites, des courbes, des projections orthogonales et à des cubages. Les divergences n'éclatent que sur le point de départ de la méthode des projections orthogonales. En France, on s'est rallié au plan alvéo-condylien de Broca; mais, en Allemagne, il y a une douzaine de plans qui se disputent la préférence des savants. La nécessité d'une ligne fondamentale de repère et par son aide d'un plan horizontal auquel on rapporte un certain nombre de mesures se faisait vivement sentir. Le plan de Baer qui passe par le bord supérieur de l'arcade zygomatique; celui de Merkel, qui est à peu près celui de Ihering allant du trou auditif et aboutissant au bord inférieur de l'orbite; celui de Camper, de Blumenbach, de Huxley, etc., etc., n'ont pu réunir les suffrages des anthropologistes allemands. En 1861, au congrès de Gœttingue on formula pour la première fois le désir d'arriver à une entente d'une horizontale commune. La ligne zygomatique fut choisie; mais l'harmonie n'en régna pas davantage parmi les crâniologues amoureux de leur indépendance.

La réunion présidée par M. Ecker était imposante par le nombre et l'illustration de ses membres. Étaient présents MM. Virchow, Kollmann, Shaafhausen, Kuppfer, His, Rudinger, Ranke, Bardeleben, Stieda, Braune, Krause, Hartmann, Langerhans, Iappener, Fritzsche, Kœrbin, Obst, Growitz, Brücke, etc. M. Kollmann rappelle la décision de la convention de Munich à propos d'un plan horizontal et de deux diamètres pour la longueur. Il exprime le vœu que les termes dolicho, mesanti et brachycéphalie soient mieux définis, et termine par la nécessité de s'entendre sur un programme à présenter aux anthropologistes français. M. Shaafhausen fait l'historique de la question. Il a été de tout temps opposé à une horizontale fixe parce qu'il prévoyait beaucoup de difficultés à ce sujet. La proposition de Ihering a été acceptée malgré son opposition, mais il n'y a pas eu de vote formel. M. Shaafhausen considère la différence des horizontales comme une loi naturelle. Les Français déclarent la méthode de Ihering déplorable.

M. Virchow défend la ligne de Ihering; elle s'appuie sur les anciennes traditions de Baer et permet la comparaison avec le gorille, tandis que les hypothèses physiologiques des Français ne se prêtent point à des études comparatives. Il insiste sur la nécessité de fixer une horizontale pour la hauteur.

M. His opte pour l'horizontale de Munich.

M. Shaafhausen ne croit pas devoir recommander une horizontale qu'il n'accepte pas lui-même.

M. Virchow est d'avis que la ligne zygomatique n'est pas toujours facile à déterminer. Il accepterait n'importe quelle ligne, pourvu qu'elle pût servir à l'examen comparé du singe et de l'homme, et laisserait ouverte la question de savoir comment le crâne est placé sur la colonne vertébrale.

La majorité se prononce en faveur de la ligne horizontale de Munich. La minorité maintient son droit d'employer la méthode qui semble meilleure à chacun. M. Shaafhausen se prononce contre l'horizontale de Munich, bien qu'il la trouve préférable à celle de Broca.

M. Kollmann déclare alors qu'on ne saurait maintenir un négociateur chargé de s'entendre avec les Français sur l'unification des mesures qu'il n'admet pas pour son propre

compte. C'est alors que M. Shaafhausen donne sa démission de chargé d'affaires pour un traité crâniométrique.

L'assemblée vote ensuite que la longueur du crâne commence au milieu du nez pour finir au point le plus saillant de l'occiput.

N'oublions pas non plus de relever le juste tribut de regrets que le président Virchow accorde à la mémoire de l'éminent anthropologiste que déplore la science française.

M. Kuppfer lit une intéressante notice sur l'exhumation des restes d'Emmanuel Kant, et sur l'examen crâniologique auquel il s'est livré pour déterminer l'authenticité du mort. La ville de Kœnigsberg, se reprochant sa trop longue négligence, avait fait ériger une chapelle gothique pour y transporter les ossements du grand philosophe. D'après la tradition, le cercueil de Kant était orné d'une urne portant l'inscription suivante : *Cineres mortales immortalis Kantii*. On ne trouva rien de pareil. Quand on eut enlevé la terre qui recouvrait le corps, on se vit en présence de deux squelettes de vieillards. L'embarras était grand. Auquel revenaient les honneurs tardifs d'une solennelle exhumation? La certitude qui manquait, on la demanda à l'anthropologie.

Le crâne du premier squelette ne concordait pas avec la forme de tête telle qu'on la voit sur le buste de Kant, par Schadou et sur la statue que l'on doit au ciseau de Rauch. La tête de Kant était remarquable par sa largeur ; celle qu'on avait sous les yeux était étroite et longue. La face, celle d'un vieillard, était complètement édentée. Les contemporains du philosophe s'accordent dans leurs témoignages; il avait conservé quelques dents, dont l'une notamment faisait saillie sous la lèvre supérieure. Il paraissait invraisemblable que le premier squelette appartînt à l'illustre mort.

Le second présentait un crâne bien conservé. Les 3e, 4e et 5e vertèbres de la poitrine étaient soudées. L'épaule droite était plus élevée. Kant était bossu de son épaule droite.

Il restait à comparer le crâne du second squelette avec le moulage de Kant fait après sa mort par Knorr; le moulage se trouvait dans les archives de Kœnigsberg; Berlin en possède une épreuve. Le moulage offrait différentes particularités qui se retrouvaient exactement correspondre aux anomalies observées sur le crâne déterré. Les os du nez étaient courbés à droite, et du même côté l'arcade sourcilière était plus développée. Le volume du cerveau avait dû être considérable, favorisé par un système très développé de soutures. Elles étaient d'une étonnante régularité; on pouvait même suivre la trace d'une occipitale transverse. Les mesures crâniométriques concordaient également. La plus grande longueur mesurait 182 millimètres; la hauteur perpendiculaire à l'horizontale, 132 millimètres; la largeur seule était imposante, 161 millimètres. La moyenne des crânes prussiens n'est que de $144^{mm},6$. Le front n'avait rien de la majesté d'un penseur; il n'était pas large et était un peu fuyant; mais les tempes avaient une plénitude compensatrice; la gauche, dans la région de la troisième circonvolution frontale, présentait une protubérance. Kant était remarquable comme orateur, aussi n'y a-t-il rien d'étonnant que le centre de la parole, là où réside la faculté d'exprimer la pensée sous une forme articulée, ait été plus développé chez lui. Le visage n'offrait rien d'extraordinaire, sauf la hauteur des orbites, qu'on voit rarement placées si haut dans les crânes européens. Kant était d'origine écossaise. Son grand-père s'était fixé à Tilsitt. Sa mère était née à Nurnberg.

Parmi les attractions du congrès il faut citer en première ligne l'*Archéopteryx*, qui doit une bonne partie de sa célébrité au prix exceptionnel auquel il avait été acheté. C'est le fossile le plus cher que l'on connaisse. Il a été payé 20 000 marks par M. Werner Siemens, qui, par patriotisme, ne voulut pas laisser à l'Amérique l'orgueil de posséder un exemplaire unique de ce monstre, moitié reptile, moitié oiseau, découvert, il y a près de trois ans, dans le Jura blanc de Solnhofer.

La présence de M. Nordenskiöld a donné lieu à une ovation enthousiaste; celle de M. Schliemann n'excita pas des transports moindres.

M. Bastien, de retour d'une exploration scientifique de près de deux ans dans l'océan Pacifique et l'archipel du Sud, a rendu compte de son voyage dans un discours assez nuageux, reçu avec de chaleureux applaudissements.

Terminons par la motion faite par M. Ecker d'associer la Société allemande d'anthropologie à l'hommage que la nation russe rend à l'illustre Baer. La Russie lui élève un monument; que la Société d'anthropologie, ajoute M. Ecker fasse paraître l'édition complète des œuvres du savant de Dorpat!

BULLETIN DES SOCIÉTÉS SAVANTES

Académie des sciences de Paris

SÉANCE DU 15 NOVEMBRE 1880.

M. *Berthelot* et M. *Ogier* ont étudié la chaleur de formation d'un carbure d'hydrogène, le dipropargyle, découvert, en 1872, par M. Henry de Louvain, et qui offre la même composition et la même formule que la benzine $C^{12}H^{6}$, un point d'ébullition voisin (85° au lieu de 80). Sa densité est notablement moindre (0,82 au lieu de 0,89).

La chaleur de combustion de la benzine, déjà mesurée par M. Berthelot en 1878 (776 calories pour la chaleur de combustion de 78 grammes de benzine liquide), a été mesurée de nouveau dans la bombe calorimétrique. Le mélange de vapeurs de benzine et d'oxygène détone aisément; mais, contrairement à ce qui arrive pour les gaz en vapeurs, la combustion n'est pas totale, quelques centièmes de benzine échappant, comme le montre la comparaison entre le poids initial de la benzine et le poids final de l'acide carbonique. Il ne se dépose point de charbon, ce qui permet de tenir compte de la portion incomplètement brûlée en admettant la formation de l'eau et de l'oxyde de carbone. En définitive, $C^{12}H^{6}$ gaz $+ O^{30} = 6\,C^{2}O^{4} + 3\,H^{2}O^{2}$ liquide, a dégagé, en moyenne $+ 783^{cal},2$. On tire de là, pour la benzine gazeuse $+ 776,0$:

C^{12} (diamant) $+ H^6 = C^{12}H^6$ gaz absorbe $- 12^{cal},2$; liquide $- 5,0$.

C^{12} (charbon) $+ H^6 = C^{12}H^6$ gaz dégage $+ 5^{cal},7$; liquide $+ 13,0$.

La somme des travaux accomplis dans la formation de la benzine depuis les éléments est donc très faible; la chaleur dégagée étant positive ou négative, suivant l'état du carbone pris comme origine. La combustion du dipropargyle a été exécutée également dans la bombe calorimétrique. Elle n'est pas non plus complète et elle donne toujours lieu à un dépôt de charbon. La moyenne de dix combustions de dipropargyle a donné $+ 853,6$, en admettant que la partie incomplètement brûlée fournit du carbone et de l'eau; ou $+ 842,8$ en supposant l'oxyde de carbone et l'eau. Cette chaleur de combustion dépasse de près de 1/10 la chaleur de combustion de la benzine. Elle donne pour la chaleur de formation du dipropargyle gazeux $- 64,8$.

Le dipropargyle est donc formé avec une absorption de chaleur considérable, de même que l'acétylène ($- 61,1$); l'allylène ($- 46,5$); l'éthylène ($- 15,4$).

Sa formation au moyen de l'acétylène dégagerait $+ 100^{cal},5$; celle de la benzine dégageant presque le double, $+ 171$, la transformation même du dipropargyle en benzine : $+ 70,6$. Elle serait accompagnée par un accroissement de densité (0,88 au lieu de 0,82), les points d'ébullition différant à peine (85° et 81°).

En résumé, et d'une manière générale, il y a dégagement de chaleur, c'est-à-dire perte d'énergie : soit lorsque plusieurs corps distincts se combinent pour former une substance nouvelle (combinaison proprement dite), soit lorsque plusieurs molécules identiques se réunissent pour former une substance plus condensée (polymère), soit enfin lorsqu'un corps doué d'une certaine capacité de saturation se transforme en un corps isomère de même condensation, mais dont l'aptitude à s'unir par addition avec les autres corps est moindre (kénomérie). Il s'opère alors dans la substance une sorte de saturation interne, qui correspond à l'hypothèse désignée sous le nom d'*échange d'atomicité* entre les éléments; les études thermo-chimiques sur le terpilène comparé au camphène et sur le dipropargyle comparé à la benzine donnent à ces notions une base plus solide et une signification mécanique. Les phénomènes de cet ordre doivent se produire dans la formation d'un grand nombre d'autres composés et jouer un rôle important dans la variation des propriétés physiques et chimiques qui accompagnent l'acte de la combinaison.

— M. *Ad. Wurtz* donne quelques détails sur la papaïne, ferment soluble du *Carica papaya*.

Il résulte d'une première expérience que la papaïne peut dissoudre mille fois son poids de fibrine humide, dont la plus grande partie a été transformée en peptone non précipitable par l'acide nitrique, et que, par suite d'une hydratation complète de la fibrine, il s'est même formé une petite quantité d'un acide amidé cristallisable. On sait qu'il en est de même dans les bonnes digestions pepsiniques. Dans une autre expérience, la même papaïne a fluidifié deux mille fois son poids de fibrine humide.

L'énergie de cette action digestive a porté M. Wurtz à penser qu'à la longue le ferment, étant lui-même de nature albuminoïde, pourrait opérer sur lui-même, de façon à s'hydrater. L'expérience a vérifié cette prévision.

Lorsqu'on abandonne pendant plusieurs semaines en tube scellé, à 50°, une solution aqueuse de papaïne, elle se trouble légèrement et renferme alors en dissolution un produit plus hydraté que la papaïne primitive. Ainsi, par la seule digestion avec de l'eau à 50°, la composition de la papaïne s'est modifiée de telle sorte que le carbone y a baissé de 2 pour 100.

D'autres expériences jettent quelque jour sur le mode d'action de la papaïne. 0 gr., 3 de papaïne ayant été dissous dans 50 centimètres cubes d'eau, on l'a fait digérer dans cette solution avec 10 grammes de fibrine. Au bout de vingt minutes, on a exprimé la liqueur et on a soumis la fibrine à des lavages longtemps prolongés à l'eau froide. Dans la liqueur obtenue par expression de la fibrine, on a fait digérer une nouvelle portion de fibrine (15 grammes), et au bout d'une demi-heure on a exprimé cette seconde portion de fibrine, qui a été lavée comme la première. L'une et l'autre ont été digérées avec de l'*eau pure*; l'une et l'autre se sont dissoutes, la seconde laissant un résidu de 4 grammes de dyspeptone humide. Dans l'une et l'autre expérience les lavages avaient certainement éloigné le ferment dissous, et la fibrine lavée n'a pu être dissoute que par l'action d'une portion du ferment fixée sur elle, peut-être combinée avec elle. Ajoutons que l'eau pure, qui avait ainsi dissous de la fibrine impressionnée par la papaïne, a exercé une action digestive manifeste sur de la fibrine fraîche mise en contact avec elle. Le ferment fixé sur la fibrine à l'état insoluble s'est donc redissous par suite de la dissolution de la fibrine. Les lavages ont été faits dans des conditions telles qu'on ne peut objecter que le ferment est retenu par la fibrine, par suite de la difficulté de faire pénétrer l'eau pure dans l'épaisseur des flocons.

Il est donc établi que la papaïne commence par se fixer sur la fibrine et que le produit insoluble, peut-être combinaison de fibrine et de papaïne, donne par l'action de l'eau les produits solubles de l'hydratation de la fibrine, en même temps que le ferment, redevenu soluble, peut exercer son action sur une nouvelle portion de fibrine. Cette action se trouverait ainsi ramenée à celle des agents chimiques proprement dits, l'acide sulfurique par exemple, dont de faibles quantités peuvent exercer une action hydratante, par suite de la formation éphémère de combinaisons qui se font et se défont sans cesse.

— M. *Delesse* signale un nouveau procédé employé à Génolhac (Lozère) pour enrichir les terres plombeuses (galène) dont les mines sont exploitées. L'appareil a reçu le nom de *trieur à soufflet*. Un soufflet force le vent à travers trois toiles métalliques superposées. Le vent, ainsi parfaitement divisé, arrive dans une boîte rectangulaire à l'extrémité de laquelle on débite les matières pulvérulentes qu'il s'agit de classer. Ces matières sont mises en suspension dans l'air par les coups de vent produits par le soufflet, et elles s'avancent peu à peu vers l'autre extrémité de la boîte. Les parties stériles, étant les plus légères, sont facilement soulevées et entraînées dans le haut par le vent, tandis que les parties plombeuses, étant plus lourdes, se maintiennent surtout dans le fond, où l'ouverture d'une vanne permet de les recueillir.

Au moyen de ce triage par l'appareil à soufflet on peut amener les minerais qui ne contenaient d'abord que 7 pour 100 à contenir 27 pour 100 de plomb.

— M. *de Quatrefages*, à propos du livre de M. le marquis de Nadaillac, intitulé : *les Premiers Hommes et les temps préhistoriques*, fait remarquer que des silex ont été trouvés en Por-

tugal dans des terrains reconnus unanimement comme miocènes, mais qu'on n'est pas d'accord sur l'origine de ces silex.

— M. *L. Vaillant* lit un mémoire sur la disposition des vertèbres cervicales chez les Chéloniens.

La portion cervicale du rachis chez les Chéloniens est toujours constituée par la réunion de huit vertèbres, en considérant les trois pièces atloïdiennes et l'odontoïde comme n'en formant qu'une; mais ces éléments peuvent être très diversement agencés.

On rencontre là toutes les combinaisons des surfaces articulaires, vertèbres procœliennes, type le plus habituel chez les reptiles, vertèbres épisthocœliennes, vertèbres amphicœliennes, vertèbres amphicyrtiennes ou biconvexes. La complication plus ou moins grande des surfaces articulaires de ces mêmes centrums présente en outre des différences importantes.

Bien que toutes ces différences ne puissent pas être regardées comme ayant la même importance, la position variable de la première vertèbre amphicyrtienne ne paraissant pas avoir la même valeur physiologique que le nombre des articulations ginglymoïdales, il n'en est pas moins singulier de constater ces variations pour une partie fondamentale du squelette dans l'ordre si naturel des Chéloniens.

— M. *L.-A. Bonnal* résume ainsi à peu près le résultat de ses recherches expérimentales sur la chaleur de l'homme pendant le mouvement.

Tout exercice musculaire a toujours pour conséquence d'élever la température de la chaleur rectale. Cette élévation, qui dépasse rarement 38°,6, se produit toujours. L'augmentation de la chaleur, lorsqu'on passe de l'état de repos à celui de mouvement, n'est en rapport ni avec la durée de l'exercice ni avec la fatigue. Pour un même exercice, exécuté dans des conditions identiques, l'élévation de la température peut varier d'un individu à l'autre et aussi chez le même individu.

L'absence ou l'abondance de la transpiration n'ont pas une influence appréciable. Le repos qui succède à un exercice quelconque détermine toujours un abaissement de la température. Tout exercice rapide qui amène une grande accélération du pouls et de la respiration abaisse la température périphérique.

L'amplitude des oscillations de la chaleur rectale pendant le mouvement a vu, dans un cas, atteindre momentanément 39°5. Si la température rectale est au-dessous de 37°, fût-ce même 36°, un exercice modéré la porte à 37°; mais si la température est supérieure à 37°, le même exercice ne l'élève que de 0°,2 à 0°4 C.

— M. *Brioschi* présente une note sur quelques équations différentielles linéaires.

— M. *Lecornu :* sur l'équilibre des surfaces flexibles et inextensibles.

— M. *E.-H. Amagat* a cherché à vérifier les expériences de M. Regnault sur la compressibilité de l'oxygène et l'action de ce gaz sur le mercure.

A la température ambiante, le volume de l'oxygène reste constant pour des indications identiques du manomètre à azote, non seulement pendant le temps nécessaire aux expériences, mais pendant plusieurs jours. On peut faire pendant cinq jours consécutifs deux séries, matin et soir, sans démonter les manomètres; ces séries sont toutes remarquablement concordantes. A 50°, puis à 100°, les expériences ont présenté la même régularité. A cette température, l'action n'est pas absolument nulle, car le manomètre est *très légèrement* terni à l'intérieur en quelques points, ce qui n'arrive pas en général avec les autres gaz, si ce n'est assez souvent avec l'acide carbonique; toutefois, l'appareil ayant été maintenu deux heures environ à 100°, on n'a observé aucune absorption, et, après avoir ramené l'appareil à la température ambiante, on retrouve le volume primitif, et les nouvelles séries ont redonné les résultats des premières.

Ainsi, dans ces conditions de température et de pression, le mercure et l'oxygène, *parfaitement purs* et secs, peuvent rester en contact pendant un temps plus que suffisant pour opérer sans qu'on puisse constater avec certitude la moindre absorption.

Les divergences dont parle Regnault, sans en *assigner* la grandeur, portaient probablement sur le troisième chiffre significatif du coefficient de dilatation des gaz, *chiffre dont* M. Amagat ne peut répondre dans les conditions de ses recherches.

— MM. *P. Hautefeuille* et *J. Chappuis* ont montré antérieurement que l'ozone comprimé à 200 atmosphères dans le tube capillaire de l'appareil Cailletet refroidi à — 23° se colore en bleu de plus en plus foncé à mesure qu'on augmente la pression, mais ne produit pas de liquide visible se distinguant du gaz par un ménisque. Si l'on place alors la partie supérieure du tube capillaire dans le protoxyde d'azote, l'intensité de la coloration augmente considérablement dans toute cette partie, refroidie à — 88°; la partie inférieure du tube étant maintenue à — 23°, on peut juger de la différence de nuance et estimer que l'ozone à — 88° est trois ou quatre fois plus coloré que l'ozone à — 23°. L'intensité de la coloration croît donc quand la température s'abaisse.

On peut essayer de déterminer la liquéfaction de l'ozone en ajoutant au mélange d'ozone et d'oxygène une forte proportion d'acide carbonique.

On voit ainsi que le point de liquéfaction de l'ozone est peu différent de celui de l'acide carbonique. La compression, dans un tube capillaire maintenu à — 23°, d'un mélange d'acide carbonique et d'oxygène ozonisé à très basse température, donne des résultats analogues à ceux qu'on observe avec les mélanges de plusieurs gaz liquéfiables, mais qui empruntent ici à la coloration de l'ozone une netteté parfaite. Une compression lente permet d'obtenir un liquide se séparant du gaz par un ménisque; ce liquide n'est pas incolore comme l'acide carbonique liquide; il est franchement bleu : sa nuance ne paraît pas différer de celle du gaz qui le surmonte. Ces faits permettent de prévoir que l'on obtiendrait l'ozone en gouttes liquides en comprimant, suivant des méthodes de refroidissement convenables, le mélange d'ozone et d'oxygène préparé à — 88° dont la teneur en ozone s'élève à plus de 50 pour 100, et que dans ces conditions on aurait un liquide bleu très foncé.

— M. *L. Forquignon* donne le résultat de ses patientes et curieuses recherches sur la fonte malléable.

La fonte blanche est constituée avec absorption de chaleur à partir des éléments. Il en résulte que sous la seule influence d'une température inférieure à son point de fusion elle se décompose, elle se *carbonise,* pour ainsi dire. En même temps que le barreau s'adoucit, on observe, dans toute sa masse, un abondant dépôt de graphite. Ce graphite est absolument amorphe, même à un grossissement de 400 diamètres. C'est une variété nouvelle de carbone caractérisée par son mode de formation singulier et par les propriétés spéciales de son

oxyde graphitique. Les choses se bornent là dans un milieu inerte, dans le charbon par exemple; si, au contraire, la fonte est en contact avec une substance capable de brûler ou d'absorber le carbone, une réaction secondaire prend naissance. Le carbone libre étant éliminé de la zone superficielle, l'équilibre déterminé par l'action calorifique se modifie peu à peu. Une portion du graphite des couches profondes rentre en combinaison et chemine vers la surface, puis disparaît, remplacée à son tour par une autre. Le phénomène se continue de proche en proche, jusqu'à ce que la composition moyenne du barreau réponde à un certain minimum de carburation du fer, variable avec les circonstances du recuit. Dans un milieu inerte, la proportion de carbone qui demeure combinée a pour limite évidemment le maximum de carburation ou, si l'on veut, le maximum de solubilité du carbone à la température où l'on opère.

En résumé, une fonte malléable contient toujours du graphite ; une fonte peut perdre du carbone et cependant rester cassante s'il ne s'est pas formé de graphite ou si la quantité de graphite préexistant avant le recuit ne s'est pas accrue. Une fonte peut devenir malléable sans perdre une portion sensible de son carbone total (recuits dans le charbon). Le concours d'un agent d'oxydation n'est donc pas indispensable à l'adoucissement.

— M. *G. Lechartier* a recherché dans quelles proportions l'acide phosphorique existe dans les principales roches de la Bretagne.

Dans les granits la proportion d'acide phosphorique est comprise entre 1 gramme et 2 grammes par kilogramme.

La quantité de phosphate existant dans les schistes n'est jamais nulle, mais elle est plus variable que dans les roches granitiques et souvent plus faible. Tandis que les schistes gris ou bleuâtres ont une richesse variant de 1 à 2 millièmes, ceux qui ont une teinte rouge violacée contiennent à peine 1/2 millième d'acide phosphorique.

Ces faits montrent que les terres de Bretagne, qui sont, en général, sensibles à l'action des engrais phosphatés, peuvent présenter des différences notables au point de vue de leur teneur en acide phosphorique.

— MM. *P. Schutzenberger* et *N. Ionine* ont entrepris des recherches étendues sur la composition des pétroles du Caucase. Les produits examinés consistaient en naphte brut, résidus de naphte après élimination des huiles légères servant à l'éclairage, huiles d'éclairage dites *solaires*, bouillant entre 200° et 350°.

Une très notable fraction de l'huile, aussi bien dans les parties légères que dans celles à points d'ébullition moyens et élevés, est formée par des carbures de même composition centésimale, isomères des carbures éthyléniques $Ꞓ^n H^{2n}$ et s'en distinguant nettement par l'absence d'affinités chimiques marquées, caractère qui les rapproche des carbures forméniques $Ꞓ^n H^{2n+2}$. Le brome, l'acide sulfurique fumant, l'acide azotique fumant sont sans action sur eux à froid.

Il y a aussi des carbures saturés de la forme $Ꞓ^n H^{2n}$, qu'on ne peut distiller qu'au moyen de la vapeur surchauffée : ces carbures forment une série très étendue, on peut les appeler *carbures paraffféniques* ou *paraffènes*. Au rouge vif, ils fournissent en abondance des carbures benziniques $Ꞓ^n H^{2n-6}$, de la naphtaline et un peu d'anthracène. Au rouge sombre, à côté d'une certaine proportion de paraffènes non altérés, on trouve des produits qui s'unissent énergiquement au brome, et que l'acide sulfurique ordinaire convertit en polymères résineux.

Le chlore, en présence d'un peu d'iode, donne des dérivés chlorés peu stables ; on peut séparer à grand'peine deux carbures définis, dont l'un bout entre 220° et 222°, l'autre entre 230° et 232°.

— MM. *Mallard* et *Le Chatelier* font quelques observations sur les températures d'inflammation des mélanges gazeux.

Le mélange tonnant d'hydrogène et d'oxygène fait explosion entre 552° et 569°; cette température ne s'abaisse que de 30° au plus lorsque la proportion d'oxygène augmente de moitié. L'addition de l'azote au mélange fait à peine varier la température d'inflammation. L'addition d'acide carbonique augmente un peu la température d'inflammation.

Le mélange tonnant d'oxyde de carbone et d'oxygène détone à 647°,5 (à 2°,5 près) : de grandes variations dans les proportions relatives d'oxyde de carbone et d'oxygène ne produisent que des variations très faibles, sinon nulles, dans la température d'inflammation. Le mélange avec l'azote ne fait que très peu varier la température d'inflammation. L'acide carbonique l'augmente très notablement. La combinaison lente de l'oxyde de carbone peut se produire à des températures bien inférieures à celle de la combustion vive.

Les mélanges détonants préparés avec le gaz hydrogène protocarboné présentent un phénomène très intéressant. Non seulement ils sont susceptibles de donner lieu à une combustion lente, mais encore, soumis à une certaine température, ils peuvent s'enflammer *au bout d'un temps variable*, d'autant plus long que la température est plus basse. Il n'y a donc pas, pour ces mélanges, de température d'inflammation bien déterminée.

Malgré l'incertitude qui règne sur la température d'inflammation d'un mélange d'air et d'hydrogène protocarboné, elle n'est pas supérieure à 790° et l'inflammation peut même se produire à des températures bien plus basses.

— M. *Ch. Richet*, continuant ses études sur la contraction musculaire, étudie un phénomène nouveau qu'il appelle *onde secondaire*.

Si l'on prend un muscle d'écrevisse, très frais, et tendu par un poids faible (4 grammes par exemple), lorsqu'on excite ce muscle pendant une ou deux secondes par des courants d'induction forts et fréquents, on verra le muscle se relâcher dès que les excitations électriques auront cessé. Cependant le relâchement n'est pas définitif, et alors même qu'il n'y a plus aucune excitation électrique, au bout de quelques secondes, le muscle se contracte de nouveau et revient presque complètement à son état tétanique. Cette contraction secondaire dure quelquefois près d'une demi-minute, puis le muscle se relâche, et au bout d'une ou deux minutes il est complètement relâché.

Dans certains cas favorables, on voit bien comment se fait cette contraction secondaire : c'est par ondes successives, rythmées, progressives.

La force avec laquelle s'opère la construction du muscle dans cette contraction secondaire est peu considérable. Aussi le phénomène n'apparaît-il pas : 1° si l'excitation est faible; 2° si le muscle est fatigué; 3° si le poids est tant soit peu fort. Même avec des muscles de grande taille, on ne peut inscrire au myographe l'onde secondaire dès que le poids dépasse 10 grammes. On peut s'expliquer ainsi par le fait d'une onde secondaire, faible, persistant une demi-minute après l'excitation électrique, que les excitations successives trouvent le muscle de plus en plus excitable, même quand l'intervalle de deux excitations est très considérable. En ré-

sumé, il y a après chaque contraction musculaire une modification du muscle telle qu'il peut sans excitation nouvelle se contracter de nouveau. L'onde primitive est suivie d'une onde secondaire. Si celle-ci est difficile à constater, c'est que, la force du muscle étant alors extrêmement faible, les poids les plus faibles peuvent masquer le phénomène. Il importe peu que cette constriction du muscle soit due ou non à un changement dans l'élasticité du muscle, car alors l'élasticité se confond avec la contractilité du muscle.

— M. *Trastour* signale des faits qui paraissent confirmer l'opinion de M. Lowenberg que le furoncle est contagieux d'individu à individu.

— M. *Birer* signale l'avantage de l'emploi des machines perforatrices (Brunton) supprimant l'emploi des matières explosibles pour le creusement des tunnels et des galeries de mines.

BIBLIOGRAPHIE

Publications nouvelles.

Notions élémentaires de physique et de chimie, par *E. Lefebvre*, ancien élève de l'École normale, professeur agrégé de physique au lycée de Versailles. — (Paris, Germer Baillière et Cie.) — Ce traité a été rédigé conformément à l'esprit du programme officiel de la classe de sixième. Les démonstrations purement expérimentales y servent de bases à des explications destinées à faire comprendre les phénomènes physiques ou chimiques. L'auteur ne fait appel aux connaissances arithmétiques des enfants que pour le calcul des poids des corps solides, liquides ou gazeux.

— Cours élémentaire de physique, par *Henry Dufet*, ancien élève de l'École normale, professeur agrégé de physique au lycée Saint-Louis. — (Paris, Germer Baillière et Cie.) — Ce volume est le premier d'un cours de physique destiné aux élèves des classes de lettres de nos lycées et rédigé suivant les nouveaux programmes. On a cherché à présenter aux élèves des notions assez étendues, et aussi nettes que possible, sur les principaux phénomènes physiques, tout en ne s'appuyant que sur les connaissances mathématiques restreintes qu'ils possèdent.

Les autres volumes en préparation contiendront les cours de seconde et de rhétorique, le premier sur l'*acoustique* et l'*optique*, le second sur l'*électricité*, et le cours de philosophie.

— Rapport au ministre de l'agriculture, par le syndicat de Chiroubles (Rhône), sur les résultats de l'emploi du sulfure de carbone pour le traitement des vignes phylloxérées, par M. *Cheysson*, rapporteur. (Imprimerie Chaix.)

— Synthèse des corps azotés, par *Lacote*. — 1 br. de 100 pages. (J.-B. Baillière, 1880.)

— L'Éducation dès le berceau, essai de pédagogie expérimentale, par *Bernard Pérez*. — 1 vol. in-8°. (G. Baillière, 1880.) — Ce livre est le développement de plusieurs articles qui ont paru dans la *Revue philosophique*, et qui dénotent un observateur judicieux. Beaucoup de faits, quelques remarques intéressantes, rendent la lecture de cet ouvrage fort instructive. Il y a certainement quelques hypothèses, mais qui lirait un livre sans hypothèses?

— De l'état de mal épileptique, par *Achille Leroy*. 1 vol. in-8°. (Librairie Delahaye et Lecrosnier.)

— De l'intuition dans les découvertes et inventions, ses rapports avec le positivisme et le darwinisme, par le docteur *A. Netter*. (Librairie Treuttel et Wurtz, à Strasbourg.)

— Le phylloxera dans le Gard, rapport au ministre de l'agriculture, par M. *Al.-Cam. Dejardin*. — (Imprimerie Clavel-Ballivet et Cie. à Nîmes.)

— Contribution a l'étude du mécanisme et du traitement de l'hémorrhagie liée a l'insertion vicieuse du placenta, par le docteur *S. Bitot*. 1 vol. in-8° avec 9 fig. dans le texte. (Librairie Delahaye et Lecrosnier.)

CHRONIQUE

Souscription pour une médaille a l'effigie de Milne Edwards. — M. Milne Edwards a terminé récemment la publication de ses *Leçons sur la physiologie et l'anatomie comparée de l'homme et des animaux.*

Un comité s'est formé pour offrir un témoignage public de gratitude au maître accepté par tous, qui, après plus d'un demi-siècle de travaux personnels, a su résumer dans ce livre le passé et le présent des sciences zoologiques. Son intention est de faire frapper une médaille à l'effigie de M. Milne Edwards. Convaincu qu'il trouvera en tous pays des hommes heureux de s'associer à cette manifestation, il fait appel dans ce but aux savants étrangers aussi bien qu'aux savants français.

Le comité se compose de M. Dumas, secrétaire perpétuel de l'Académie des sciences; des membres de la section de zoologie de l'Académie des sciences; de tous les professeurs de zoologie, d'anatomie et de physiologie des grands établissements d'instruction publique de Paris (Collège de France, Muséum, Faculté de médecine et Faculté des sciences), et de M. Masson, éditeur des œuvres de M. Milne Edwards.

Les souscriptions et les listes de souscription doivent être adressées à M. Maindron, au secrétariat de l'Institut, à Paris.

— École d'anthropologie, à l'École pratique de la Faculté de médecine. — Programme des cours du semestre 1880-1881. — Cours *d'anthropologie anatomique*. — M. Duval (Mathias), les mardis à cinq heures. — Anthropogénie et embryologie comparée des vertébrés. — Le professeur étudiera cette année les origines embryonnaires du cerveau.

Cours d'anthropologie biologique. — M. Topinard, les lundis à cinq heures. — L'anthropologie sur le vivant. — Le professeur présentera cette année le tableau d'ensemble de toutes les matières que comporte son programme.

Cours d'ethnologie. — M. Dally, les vendredis à quatre heures. — Description des races humaines, leur répartition, leurs origines, leur filiation et leur évolution.

Cours d'anthropologie préhistorique. — M. de Mortillet, les lundis à quatre heures. — Origines de l'humanité. — Question de l'homme tertiaire. — L'homme fossile ou quaternaire.

Cours d'anthropologie linguistique. — M. Hovelacque, les mercredis à quatre heures. — Origines et répartition géographique des langues.

Cours de géographie médicale. — M. Bordier, les samedis à quatre heures. — Géographie médicale et pathologie comparée des races humaines. — Aptitudes et immunités pathologiques. — Hérédité, consanguinité. — Influence de la race sur la production, la marche et la répartition des maladies et des infirmités.

— Cours complet sur les maladies des yeux. — Le docteur Galezowski commencera ce cours à l'École pratique de la Faculté, à l'amphithéâtre numéro 2, le lundi 22 novembre, à 8 heures du soir, et il le continuera les vendredis et les lundis suivants, à la même heure.

Ce cours comprendra le diagnostic des maladies externes et internes des yeux. Démonstrations ophtalmoscopiques à la fin de chaque séance.

— Faculté des sciences de Paris. — Le 19 novembre, M. Planchon a soutenu, pour obtenir le grade de docteur ès sciences naturelles, une thèse ayant pour sujet : Recherches sur le rôle de la lumière dans la germination. Étude historique, critique et physiologique.

— Réforme de l'orthographe. — Un nouveau journal vient de paraître en Allemagne (*Zeitschrift für Orthographie*), à Rostock, chez W. Werther. Cet organe de la réforme *ortografique* est rédigé en allemand, en français et en anglais. Le but du fondateur, M. W. Vietor, paraît être de centraliser tous les efforts faits — bien inutilement jusqu'ici — pour remplacer l'orthographe actuelle par une orthographe phonétique telle que la prononciation des mots détermine la manière dont on les écrit.

Le propriétaire-gérant : Germer Baillière.

Paris. — Impr. J. Claye. — A. Quantin et Cie, rue St-Benoît. [1749]

LA

REVUE SCIENTIFIQUE

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

REVUE DES COURS SCIENTIFIQUES (2E SÉRIE)

DIRECTEURS : MM. ANTOINE BREGUET ET CHARLES RICHET

2e SÉRIE — 10e ANNÉE | NUMÉRO 22 | 27 NOVEMBRE 1880

GÉOGRAPHIE

La mission d'exploration transsaharienne (1).

(MISSION FLATTERS.)

Pour étudier sur place les questions relatives à la mise en communication, par voie ferrée, de l'Algérie et du Sénégal avec l'intérieur du Soudan, on sait que plusieurs missions d'exploration ont été organisées à la fin de l'année dernière par M. de Freycinet, alors ministre des travaux publics. Dans un article publié dernièrement dans la *Revue scientifique* (no du 17 juillet) sur la mission d'El Goléah, dont il faisait partie, M. l'ingénieur Rolland a exposé avec beaucoup de clarté l'ensemble de la question transsaharienne et indiqué exactement le rôle et le but des diverses missions, missions Pouyanne, Choisy, Flatters et Soleillet, et missions de la marine. Je ne reviendrai pas sur cet ensemble.

Je dirai seulement que, d'après des nouvelles récentes, la mission de la marine, après avoir eu à subir une forte attaque de la part des nègres Bambaras, à Dio, un peu avant Bamako, a pu cependant continuer sa route jusqu'à un village situé à quelques kilomètres avant Ségou-Sikoro, but de la mission; mais qu'elle y est, pour le moment, retenue prisonnière par le sultan Amadhou. J'ajouterai encore que M. Soleillet a dû abandonner une dernière fois son exploration et revenir à Saint-Louis, d'où il compte repartir pour la troisième fois au mois d'octobre, en passant par Médine.

Mon but, dans cet article, est d'exposer sommairement les résultats de la mission d'exploration transsaharienne dont j'étais membre. J'insisterai naturellement sur les études dont j'étais chargé, c'est-à-dire sur les études géologiques et hydrologiques. Nous verrons d'ailleurs que dans le Sahara peut-être plus qu'ailleurs, la géologie est en relation tout à fait intime avec la topographie, et j'oserai presque dire que, dans certains cas, les études géologiques et hydrologiques peuvent y contrôler et y corriger même les études topographiques, principalement le nivellement, qui, dans une exploration forcément rapide, ne peut être effectué qu'avec le baromètre.

I.

ORGANISATION DE LA CARAVANE.

La mission d'exploration transsaharienne, instituée sous la direction de M. le lieutenant-colonel Flatters, avait pour but de rechercher un tracé de chemin de fer aboutissant dans le Soudan. Elle devait se rendre à Ouargla par Biskra et Tougourt et, de là, se diriger droit au sud, en explorant le Hoggar et choisissant la direction qui lui paraîtrait la plus convenable pour arriver au Soudan.

La mission se composait de :

M. le lieutenant-colonel Flatters, chef de mission; MM. Masson, capitaine d'état-major ; Béringer, ingénieur des travaux de l'État; Roche, ingénieur des mines; docteur Guiard, médecin aide-major; Bernard, capitaine d'artillerie ; Cabaillot, conducteur des ponts et chaussées; Rabourdin, chef de section du cadre auxiliaire des travaux de l'État; Brosselard et Lechâtelier, sous-lieutenants.

Les travaux de la mission ont été répartis entre MM. Masson, Béringer, Roche et Guiard, chefs des quatre services suivants : 1° organisation et ordre de marche ; 2° étude en plan et en profil du tracé suivi par la caravane, et des con-

(1) Nous insérons dans le présent numéro une carte d'ensemble des missions Flatters et Choisy, sur laquelle MM. Roche et Rolland ont reporté les contours géologiques des régions explorées par eux. — Le colonel Flatters a quitté Marseille le 16 octobre et M. Roche le 30, pour se rendre en Algérie, afin d'entreprendre leur nouvelle exploration. La mission est d'ailleurs composée des mêmes chefs de service que la première fois. (*Note de la Direction.*)

ditions d'exécution du chemin de fer; 3° études géologique et hydrologique des pays traversés; 4° service médical et histoire naturelle. En outre, les travaux astronomiques ont été exécutés de concert par MM. Béringer et Roche.

J'ai indiqué sur la carte ci-jointe l'itinéraire suivi par la mission, tant à l'aller qu'au retour, mais seulement dans la partie où la mission tout entière était formée en caravane. Les travaux de la mission ont commencé à l'aller à Tougourt et se sont terminés au retour à Ouargla.

La distance approximative depuis Biskra au lac Menkhough, point extrême atteint, est de 1200 kilomètres.

La mission, partie de France dans les premiers jours de janvier 1880, a quitté Biskra le 7 février, Ouargla, le 5 mars, et a poussé jusqu'au lac Menkhough où elle est arrivée le 16 avril. En revenant, elle a suivi un tracé un peu différent, ainsi que l'indique la carte; partie de Menkhough le 21 avril, elle est rentrée à Ouargla le 17 mai, et à Laghouat le 3 juin.

L'itinéraire suivi par la mission a été levé à la boussole, à l'échelle de 1/100 000, avec détermination des altitudes au baromètre; de plus, des observations astronomiques de longitude et de latitude ont été faites tous les deux ou trois jours, et notamment dans tous les points importants.

II.

DE TOUGOURT A OUARGLA — OUARGLA.

Au lieu de nous rendre directement de Tougourt à Ouargla, nous avons fait, en partant de Tougourt, une pointe vers l'est, pour explorer une région peu connue, et examiner notamment ce que devient par là l'oued Igharghar (1), qui prend sa source dans le massif central du Hoggar, et qui finit dans l'oued Rhir vers Tougourt.

L'oued Igharghar n'a pas un tracé absolument net; il s'étend le plus souvent sur plusieurs kilomètres de largeur. Aussi ne faudrait-il pas considérer le tracé donné sur la carte comme un tracé bien fixe; ce tracé indique seulement la région moyenne de la rivière.

On peut dire que l'oued Igharghar se termine dans les *chotts* (bas-fonds salés) qui se trouvent un peu au sud de Tougourt. Dans la pointe, vers l'est, entre Tougourt et Ouargla, nous avons vu l'oued Igharghar; mais en ce point notamment, il n'a généralement pas un lit bien déterminé; ce sont le plus souvent des séries de bas-fonds ou *dayas*, séparés par des seuils.

Dans cette région, le terrain est presque en entier formé de sable ou de gravier. Des cristaux de gypse sont très souvent mêlés au sable. En certains points, le sol est recouvert par une croûte de tuf calcaire. En approchant d'Ouargla, le terrain est parfois un peu plus accidenté; on rencontre quelques gour, c'est-à-dire des collines isolées, dont nous aurons l'occasion de parler plus loin.

(1) Les cartes indiquent généralement dans le Sahara de nombreux *oueds* (rivières); mais il ne faut pas croire que ces rivières contiennent de l'eau; l'eau ne se trouve qu'exceptionnellement dans des oueds exceptionnels. Les oueds n'ont souvent même pas de lits bien déterminés.

Le sol n'est aussi le plus souvent recouvert que par une très maigre végétation.

L'arrivée à Ouargla du côté nord est rendue un peu difficile par une ligne de dunes assez fortes, qui barrent le passage. Aussitôt après avoir traversé ces dunes, on aperçoit l'oasis d'Ouargla, la plus grande oasis du sud de l'Algérie, qui renferme environ 1 200 000 palmiers et comprend plusieurs villages disséminés en différents points du chott ou bas-fond salé au milieu duquel est Ouargla même.

La plaine d'Ouargla est dominée à l'ouest et au nord-ouest par une ligne de hauteurs ou *gour* (1) plus ou moins déchiquetées, d'environ 80 mètres d'élévation; à cette ligne de gour commence un vaste plateau qui se prolonge à l'ouest et au nord-ouest.

On aperçoit aussi autour d'Ouargla différents autres *gour*, parmi lesquels je citerai la gara Krima, qui est à 11 kilomètres au sud : cette gara, isolée au milieu de la plaine, présente parfaitement la forme de plateau; elle a 420 mètres de longueur sur 220 mètres de largeur; ses parois sont assez raides; sa composition est celle citée dans la note précédente. Cette gara, dont la hauteur est de 75 mètres au-dessus de la plaine, montre quels immenses phénomènes d'érosion ont été produits autrefois par les eaux diluviennes.

Les chotts d'Ouargla présentent à leur surface, comme presque tous les chotts, une croûte plus ou moins épaisse de sel mélangé de sable, au-dessous de laquelle est de l'eau salée. La croûte n'a pas partout une épaisseur suffisante pour qu'on puisse s'aventurer sans danger sur toute la surface du chott. On cite des exemples de personnes et d'animaux qui, s'étant écartés des sentiers frayés, ont disparu sous la croûte de sel. En certains points, principalement après de grandes pluies, les eaux séjournent à la surface du chott.

Le sel est exploité auprès du village de Chott, à 3 kilomètres au sud-ouest d'Ouargla; cette exploitation se fait simplement en brisant la croûte qui, en ce point, donne du sel assez pur.

Le chott est alimenté par une nappe d'eau douce, qui passe sous les plateaux environnants, et qui alimente aussi certains puits placés sur les bords du chott, tels que les puits de Bamendil, à 3 kilomètres au nord d'Ouargla.

Ce ne sont pas les eaux du chott qui servent à l'alimentation et à l'arrosage des palmiers; ces eaux étant salées ne pourraient atteindre ce but. Les eaux d'arrosage sont fournies par des puits artésiens arabes, au nombre de plus de cent, disséminés dans toute l'oasis.

Le nombre des puits artésiens ne s'accroît plus actuellement; il tend à diminuer. Les nègres qui s'occupent du nettoyage de ces puits n'en creusent pas de nouveaux, parce

(1) On appelle *gara* (au pluriel *gour*) une hauteur plus ou moins élevée, se terminant à la partie supérieure par un plateau; la gara est un témoin de l'ancien niveau du sol; tout le reste du terrain a été dénudé. — Dans les environs d'Ouargla et plus au sud, dans la région des kantras, dont il sera parlé plus loin, les gour sont généralement formés par un grès légèrement calcaire, quelquefois un peu argileux, dont les grains sont les mêmes que les grains quartzeux dont est composé le sable des dunes.

qu'ils ne peuvent plus percer une certaine pierre dure qu'on doit traverser avant d'arriver à la nappe artésienne. Ils se bornent actuellement à nettoyer les puits existants, au fond desquels ils descendent. J'ai vu ces nègres, appelés *retas*, nettoyer un puits de 32m,50; ils restaient 2 minutes 33 secondes dans l'eau; 70 secondes étaient employées à la descente, 38 au travail du fond, et 45 à la montée. — Le sable qui salit le fond des puits est mélangé de matières organiques. Les eaux des puits artésiens laissent quelquefois déposer des corpuscules noirâtres provenant probablement de ces matières organiques; les Arabes racontent que ce sont ces corpuscules noirs qui occasionnent le tème, maladie qui rend Ouargla excessivement malsain en été, et notamment aux mois de mai et de septembre.

C'est peut-être là, en effet, une cause du tème; mais il est probable que l'insalubrité d'Ouargla est due en grande partie aux dégagements pestilentiels produits par les eaux croupissantes des fossés de la ville, fossés que les habitants ne veulent pas combler, parce qu'ils forment, disent-ils, leur seule défense. Il faut espérer cependant qu'on les décidera à exécuter cet utile travail.

Il est aussi à désirer qu'on mette à la disposition des retas des moyens efficaces pour creuser de nouveaux puits artésiens; il est certain que s'ils avaient de la dynamite, et si, bien entendu, ils savaient s'en servir, ces puits seraient très utiles au développement d'Ouargla. Il serait encore à souhaiter qu'on installât à Ouargla un ou plusieurs appareils de sondage analogues à ceux de l'oued Rhir et qu'on rendît ainsi à Ouargla les mêmes services que M. Jus rend à la région comprise entre Biskra et Tougourt.

C'est à Ouargla que notre caravane s'est complètement organisée; elle en est partie le 5 mars, composée de la manière suivante :

10 membres de la mission; 15 ordonnances, dont 12 Européens et 3 Arabes; 30 chambas, guides et hommes d'escorte et 50 chameliers, soit en tout 105; 15 chevaux et environ 250 chameaux servaient au transport.

III.

OUARGLA. — AIN TAIBA. — EL BIODH. — TEMASSININ.

A partir d'Ouargla (altitude approchée, 160 mètres), le sol s'élève constamment, mais d'une manière insensible. C'est d'abord une plaine unie qui s'étend jusque vers Hassi Tarfaia, et dont la surface est recouverte le plus souvent par un petit gravier siliceux et quelquefois par une mince couche de sable.

Un peu au sud de Hassi Tarfaia commence la région des kantras. Cette région est formée par une série de plateaux et de vallées enchevêtrés les uns dans les autres, de manière que, lorsqu'on la traverse, on ne fait que monter et descendre. Les plateaux ont une hauteur de 20 à 40 mètres au-dessus des vallées ou *haoudhs;* les Arabes donnent à ces plateaux le nom de *kantras* (ponts).

Ces kantras ont d'ailleurs le même aspect que les gour, dont il a été question précédemment : ce sont des gour plus grands, ou plus exactement, les gour sont des kantras isolés et réduits à des dimensions plus modestes.

A mesure qu'on approche de la région des kantras, les gour deviennent de plus en plus nombreux et de plus en plus considérables. Vers le sud, au contraire, les gour deviennent de moins en moins élevés, et on finit par arriver à une plaine correspondant au niveau supérieur des kantras.

Cette plaine se continue vers le sud, jusque dans les environs d'El Biodh; elle est formée par un grès calcaire à petits éléments quartzeux, ou par un gravier composé de cailloux roulés siliceux de 1 à 2 centimètres, du moins quand on voit le terrain naturel; car, dans cet espace, le sol est recouvert en grande partie par les dunes de sable, qui deviennent de plus en plus élevées, à mesure qu'on approche d'Ain Taiba.

Le sable de dunes est d'aspect jaune clair; il est formé de petits grains roulés de quartz, plus ou moins hyalin, tantôt excessivement fin, tantôt ayant 1 ou 2 millimètres de diamètre.

Le grand erg, c'est-à-dire le massif de grandes dunes, commence un peu avant Ain Taiba et s'étend jusque vers El Biodh. Avant Teniet el Oudj, c'est-à-dire avant le commencement du grand erg, les dunes ne forment pas un massif véritable, elles sont isolées et allongées dans la direction nord-sud magnétique.

Pour arriver à Ain Taiba, on est obligé de traverser le massif de dunes, aussi la marche y est-elle fort difficile.

Ain Taiba est un point fort important; c'est le point d'eau le plus approché d'El Biodh, dont il est cependant distant de près de 200 kilomètres.

L'eau s'y trouve dans une mare située au fond d'un entonnoir, placé lui-même tout à fait au milieu des grandes dunes.

Cet entonnoir, d'une profondeur de 30 mètres, présente à sa partie supérieure, du côté du sud-est, une corniche de grès calcaire; à part cet affleurement de grès, tout le reste est recouvert par le sable. Au fond de l'entonnoir se trouve la mare d'eau dont le diamètre est de 100 mètres, et la profondeur de 6 mètres. Cette mare est entourée d'une ceinture de roseaux qui en rendent l'accès presque impraticable. Aussi le premier travail de nos chambas, en arrivant à Ain Taiba, fut-il, selon leur habitude, de mettre le feu aux roseaux et d'attendre ensuite, assis sur le bord de l'entonnoir, et contemplant les flammes pétillantes soulevées par le vent, que l'incendie ainsi allumé eût dévoré presque tous les roseaux, ne laissant guère intacts que les quelques palmiers qui se trouvaient au milieu.

L'eau de la mare n'est cependant pas potable; elle est très chargée en sels (environ 12 grammes par litre) provenant des cendres des roseaux; un mouchoir imprégné de cette eau et séché brûle comme l'amadou. Mais on trouve une eau excellente et très peu chargée en sels dans les puisards que l'on creuse au bord de la mare; ces puisards sont alimentés directement par la nappe aquifère qui fournit l'eau de la mare. — A côté de l'entonnoir, au fond duquel est la mare, on trouve un autre entonnoir analogue, mais un peu moins profond et sans eau.

A partir d'Ain Taiba, nous avons suivi une série de *gassis* (1), passages dirigés environ nord-sud, compris entre des lignes de dunes très élevées; ces gassis ont souvent 4 à 5 kilomètres de largeur et même quelquefois 10 à 15 kilomètres. Les dunes qui bordent les gassis ont jusqu'à 150 et peut-être même 200 mètres de hauteur.

Les grandes dunes et les gassis sont parfaitement fixes; comme preuve de cette fixité, il me suffira de citer la présence de la mare d'Ain Taiba au milieu des dunes, les traces d'anciennes routes de caravanes au milieu des gassis, et la présence de flèches en silex taillé dans les mêmes points. On trouve des pointes de flèches en silex taillé presque partout dans le Sahara; et ces pointes remontent certainement à des âges fort reculés, car les Arabes n'ont aucune notion sur leur provenance.

Dans les gassis nous rencontrons souvent quelques gazelles, tantôt en bandes, tantôt isolées; nos chambas nous en tuent quelques-unes, ce qui varie un peu notre nourriture habituelle, ordinairement composée de conserves.

El Biodh se trouve presque à l'extrémité du grand erg, au bord d'un gassi, au milieu du sable. C'est un point remarquable par ce fait qu'on y trouve de l'eau à $0^{m},50$ ou 1 mètre de profondeur dans le sable. Seulement cette eau est amère et très magnésienne (4 à 5 grammes de sels par litre), ce qui ne laisse pas que d'avoir des inconvénients très désagréables quand on est obligé d'en boire pendant cinq ou même huit jours, comme cela nous est arrivé au retour.

Auprès d'El Biodh se trouve une sebkha avec efflorescences salines nombreuses.

A partir d'El Biodh, l'aspect du pays change complètement. Nous quittons bientôt l'erg, et suivons un grand plateau, ou *hamada*, à peu près horizontal, absolument nu et désolé, d'aspect noirâtre, couvert de nombreux fragments de silex noir qui, avec des fragments de calcaire dolomitique compacté, gris clair, forment la surface du sol. Ces fragments, souvent plus gros que le poing, rendent la marche pénible et fatigante, et donnent à cette partie du désert un aspect monotone excessivement triste.

A mi-chemin d'El Biodh à Temassinin est un grand escarpement de 70 mètres, dont la descente, très raide, présente de grandes difficultés pour le passage des chameaux. La vue prise du haut de l'escarpement est fort curieuse. En arrière s'étend la hamada noire, nue et désolée; à droite et à gauche l'escarpement déchiqueté, au bas duquel se trouve une autre hamada tout aussi nue que la première, mais d'aspect moins triste, car c'est une hamada blanche ou du moins d'un gris peu foncé. C'est au bas de cet escarpement que se trouve l'oued Igharghar, qui s'étend là sur un espace immense.

Cet escarpement, ainsi que les gour qui l'environnent, est formé par une masse de marnes vertes mélangées d'un peu de gypse, recouverte d'une couche calcaire formant corniche.

La hamada blanche se poursuit jusque près de Temassinin, où elle se termine encore par un nouvel escarpement de composition analogue au précédent, mais où les marnes vertes ou rouges renferment au milieu d'elles un assez grand nombre de bancs de gypse.

La *zaouia* de Temassinin se trouve à 2 ou 3 kilomètres au sud de cette ligne d'escarpements, au milieu des dunes. Là est une petite oasis de cent cinquante à deux cents palmiers, arrosée par un petit puits artésien dont l'eau permet de cultiver de l'orge, du blé, des oignons, etc. La *zaouia* (édifice religieux appartenant à l'ordre religieux des Tedjini) comprend une maison et la *koubba* (tombeau) de Sidi Mousa. C'est là que, pour la première fois depuis notre départ de Ouargla, nous avons rencontré des habitants et entendu crier des enfants; la zaouia est, en effet, gardée par un nègre et sa famille composée d'une négresse et de cinq petits négrillons.

Ce nègre nous apprit que les Touareg Hoggar n'avaient pas paru depuis longtemps dans les environs et devaient être très éloignés de Temassinin et que les Touareg Azgar devaient être dans la vallée des Ighargharen sur la route de Rhât.

IV.

VALLÉE DES IGHARGHAREN.

En quittant Temassinin, nous sommes restés encore plus de trois jours au milieu des dunes, entre lesquelles apparaît de temps en temps le sol naturel formé tantôt par un grès légèrement calcaire, tantôt par de la terre argilo-sableuse.

Après avoir passé au pied d'une colline noire, appelée Khanfousa, nous sommes arrivés dans la vallée des Ighargharen que nous avons suivie pendant le reste de notre voyage.

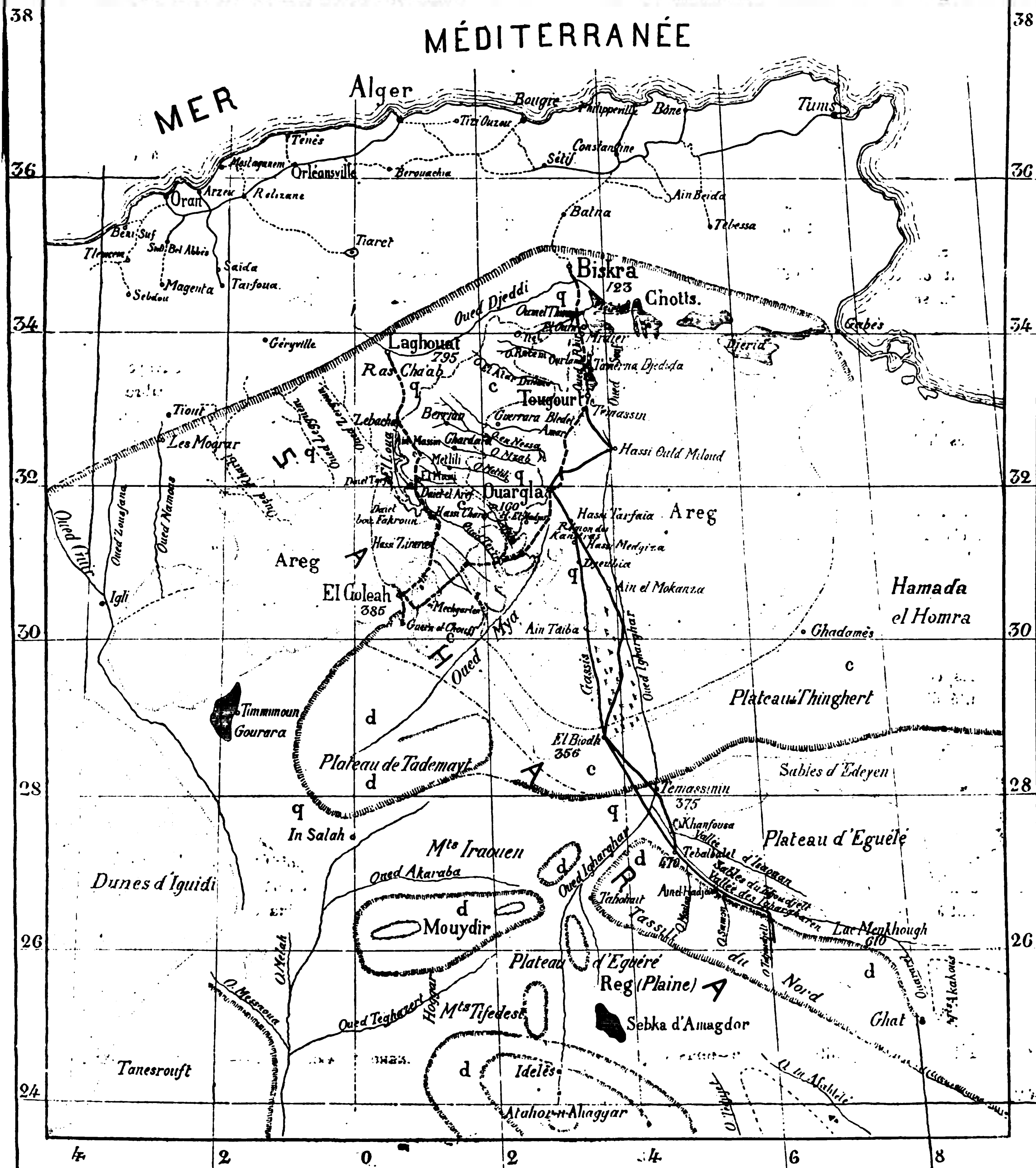
Cette vallée, dont la largeur atteint quelquefois 10 kilomètres, est comprise tout le temps entre une ligne de dunes au nord, et, au sud, une ligne d'escarpements ou du moins de collines qui forme le commencement du plateau ou Tasili des Azgar.

La vallée des Ighargharen est relativement riante et agréable. On y trouve quelques arbres et même quelquefois de la verdure. C'est dans cette vallée qu'apparaissent les premiers gommiers; les tamarix y poussent en assez grand nombre, du moins dans la partie extrême de notre exploration, près de l'oued Tidjoudjelt. On peut quelquefois y trouver de l'ombre, ce qui n'est pas à dédaigner lorsque le thermomètre fronde marque plus de 40°.

Cette végétation est due à la nature du sol un peu argileux de la vallée et à la présence de l'eau dans le sous-sol à 3 ou 4 mètres de profondeur. Il est juste d'ajouter à ce propos que les deux dernières années ont été pluvieuses; on trouve même quelques *redirs*, c'est-à-dire des trous renfermant encore de l'eau des dernières pluies.

La vallée des Ighargharen reçoit l'eau de toutes les rivières ou oueds venant du Tasili des Azgar. Nous avons remonté pendant environ 20 kilomètres une de ces rivières, l'oued Tidjoudjelt. Cet oued, à peu près rectiligne, dirigé du nord au sud, d'une largeur de 500 à 100 mètres, est encaissé

(1) Le mot *gassi* signifie réellement sol dur; on a donné le nom de gassis aux passages dont il est question ci-dessus parce que le sol en est dur.


MISSIONS TRANSSAHARIENNES
CARTE D'ENSEMBLE
des Missions FLATTERS et CHOISY
Par MM. J. ROCHE et G. ROLLAND
LÉGENDE
Itinéraire Flatters
Itinéraire Choisy
Sables
Limites géologiques des terrains
Terrain quaternaire et alluvions
q
Terrain crétacé
c
Terrain dévonien
d
MÉDITERRANÉE
MER
Alger
Bougie
Philippeville
Bône
Tunis
Tenès
Tizi Ouzou
Constantine
Sétif
Mostaganem
Orléansville
Berouachia
Oran
Arzeu
Relizane
Ain Beida
Batna
Tebessa
Beni Suf
Tlemcen
Sidi Bel Abbès
Tiaret
Saida
Magenta
Tarfoua
Sebdou
Biskra
123
Chotts.
Oued Djeddi
Gabès
Géryville
Laghouat
795
Djerid
Tamerna Djedida
Ras Cha'ab
Tougourt
Temassin
Tiout
Les Moggar
Lebacha
Berrian
Guerrara
Ghardaïa
Hassi Ould Miloud
Metlili
El Hassi
Ouargla
160
Hassi Tarfaia
Areg
Oued Zousfana
Oued Namous
Oued Guir
Hassi Zirara
Areg
El Goleah
385
Ain el Mokanza
Hamada el Homra
Igli
Ain Taiba
Ghadamès
Oued Mya
Gassis
Oued Igharghar
Plateau Thinghert
Timimoun
Gourara
El Biodh
356
Plateau de Tademayt
Sables d'Edeyen
Temassinin
375
In Salah
Mts Iraouen
Plateau d'Eguélé
Dunes d'Iguidi
Oued Akaraba
Oued Igharghar
Tahohait
Lac Menkhough
Mouydir
Plateau d'Eguéré
Tassili du Nord
Reg (Plaine)
O. Messaoud
O. Melah
Oued Teghazert
Mts Tifedest
Sebka d'Amagdor
Ghat
Tanesrouft
Idelès
Atahor n Ahaggar
SAHARA

entre deux escarpements très raides atteignant jusqu'à 150 mètres de hauteur; lors des pluies d'hiver, l'eau s'y trouve quelquefois en abondance. Ainsi, il paraît que l'hiver dernier l'eau y a coulé pendant quatre jours sur une hauteur de 4 à 5 mètres.

On trouve encore de l'eau stagnante en plusieurs points, surtout dans le haut de la rivière.

Les parois de l'oued, formées par les tranches de bancs horizontaux d'un grès quartzeux très dur, sont presque partout inaccessibles. En choisissant convenablement un passage, nous avons pu cependant en faire l'ascension, et nous avons atteint le haut du plateau dont l'altitude approximative est de 810 mètres au-dessus du niveau de la mer.

Le Tasili des Azgar est légèrement mamelonné; il est absolument nu et désolé; son aspect est noir; on le dirait brûlé par les rayons ardents du soleil; il est impraticable pour les caravanes.

Au point où l'oued Tidjoudjelt rencontre la vallée des Igharghareu se trouve un grand redir, dont les dimensions sont suffisantes pour qu'on puisse lui donner le nom de lac : c'est le lac Menkhough.

C'est un bas-fond, situé au milieu des dunes, que les eaux de l'oued Tidjoudjelt remplissent lorsqu'elles sont élevées. Au 16 avril, ce lac avait environ 1 kilomètre de long sur 400 mètres de large; il n'est jamais complètement à sec, car on y constate l'existence d'un certain poisson nommé *clarias lazera* atteignant jusqu'à 70 centimètres de longueur.

Dans le lac se trouve encore une autre espèce de poisson; mais le clarias est certainement le meilleur. Pendant notre séjour de quatre jours aux bords du lac Menkhough, nous avons eu l'occasion d'en goûter à diverses reprises, et réellement un menu composé de clarias lazera, de gazelle, voire même de salade, nous changeait fort agréablement de nos menus ordinaires consistant en bœuf de conserve et en haricots verts comprimés. Aussi le séjour du lac Menkhough, agrémenté d'un certain nombre de bains dans le lac, avec l'ombre possible de quelques tamarix, était un séjour fort passable, qui nous faisait oublier volontiers le séjour désagréable d'Ain el Hadjadj.

Notre séjour à Ain el Hadjadj avait été assez pénible; pendant quatre jours et quatre nuits le siroco n'avait cessé de souffler, la température s'élevant à 40° pendant le jour et ne s'abaissant guère au-dessous de 30° pendant la nuit.

D'une manière générale, l'électricité se développe très facilement à cause de la grande sécheresse de l'air; mais c'est surtout pendant le siroco qu'elle se manifeste avec plus de facilité. En frottant les parois de la tente, nous pouvions arriver à tirer des étincelles d'au moins 20 centimètres.

C'est cette grande sécheresse de l'air qui rend le Sahara très sain, quoique peut-être un peu anémiant; aussi, pendant toute la durée de l'expédition, n'avons-nous eu aucun malade. Cependant il convient de dire que la grande fraîcheur des nuits cause beaucoup de rhumatismes; les Touareg en sont presque tous perclus. Dans l'hiver, il n'est pas rare que la température s'abaisse pendant la nuit à 0°.

Les orages ne sont pas fréquents, cependant il y en a quelquefois. Nous en avons essuyé deux, le 2 et le 20 avril. Ce furent de véritables ouragans, commençant par un vent extrêmement violent, qui abattait presque toutes les tentes, et se terminant par une pluie diluvienne.

Dans la vallée des Igharghareu, les animaux sont un peu plus nombreux que dans la région de l'erg. Nous y avons vu des mouflons, des bandes de gazelles, d'antilopes, d'onagres ou ânes sauvages; on y rencontre aussi, comme dans l'erg, le fenek (petit renard), que nos slouguis (lévriers) ont poursuivi à plusieurs reprises, et n'ont pas toujours pu prendre à cause des nombreux crochets que faisait ce petit animal.

Le Sahara renferme encore des scorpions blancs ou noirs, et des vipères, principalement des vipères à cornes. Les piqûres des vipères et aussi, dit-on, des scorpions noirs sont mortelles; mais celles des scorpions blancs ne le sont pas, elles produisent seulement des douleurs un peu fortes. Pendant toute la durée de l'expédition, il y a eu assez souvent des piqûres de scorpions blancs, mais jamais des piqûres de scorpions noirs ou de vipères.

C'est le 12 avril, entre Ain el Hadjadj et le lac Menkhough, que nous avons rencontré les premiers Touareg; prévenus par un de nos chambas que le colonel avait envoyé au-devant de nous, ils vinrent à notre rencontre au nombre d'environ trente, des tribus des Ifoghas et des Imanghasateu. Ils arrivèrent au camp par un magnifique coucher de soleil, dont les rayons doraient leurs brillants costumes blancs ou bleus, qu'ils avaient endossés pour la circonstance, la lance au poing, le bouclier suspendu aux flancs de leurs rapides mehara (chameaux de selle). Le colonel leur souhaita la bienvenue et leur offrit l'hospitalité, qu'ils acceptèrent comme un droit, car chez eux, c'est l'étranger qui offre l'hospitalité.

Les jours suivants et principalement pendant notre séjour au lac Menkhough, nous reçûmes d'autres bandes de Touareg, au nombre total d'environ cinquante. Le 18 avril, le camp eut même la visite de deux dames touareg, dont la plus âgée, sœur d'Abd el Haken, chef de la tribu des Ifoghas, nous régala d'un petit air de rebaza, violon monocorde à sons très doux, tout en faisant trotter son mehari en cercle autour d'une grande touffe de tamarix. Cette dame targuie (1) est la mère du futur chef des Ifoghas, car, chez les Touareg, c'est le neveu qui succède à l'oncle, du moins au point de vue des droits politiques.

Le lac Menkhough est le point extrême atteint par la mission. Ne voulant pas aller à Rhât, qui n'était pas le but de l'exploration, le colonel décida de revenir passer l'été en Algérie et en France pour pouvoir nous remettre en route au commencement de l'automne.

V.

DU LAC MENKHOUGH A OUARGLA. — GASSI DE MOKHANZA.

Du lac Menkhough à Tebalbalet, le retour eut lieu par la vallée des Igharghareu. De Tebalbalet, nous marchâmes di-

(1) *Targui*, singulier de *touareg*.

rectement sur El Biodh en traversant la pointe extrême du tasili. Presque tout le parcours s'effectua dans une vaste plaine couverte de gravier, formant le lit de l'oued Igharghar, si on peut donner le nom de lit à une plaine aussi large, à cette immense vallée, à sol horizontal, qui descend du massif des Hoggar.

Pour arriver à la hamada calcaire qui s'étend entre El Biodh et Temassinin, l'escarpement à franchir fut très faible, 35 mètres seulement.

Pendant que nous venions d'Ouargla à El Biodh, nos guides chambas nous avaient parlé à maintes reprises du gassi de Mokhanza, gassi sans sable, permettant, disaient-ils, de se rendre à El Biodh sans avoir aucune dune à traverser. On ne passait jamais par ce gassi, ajoutaient-ils, parce que la distance comprise entre Ain Mokhanza, dernier point d'eau, et El Biodh (près de 300 kilomètres), était trop grande pour pouvoir être facilement traversée par une caravane.

Désireux de vérifier ce fait fort important au point de vue du chemin de fer transsaharien, le colonel qui ne pouvait, à son grand regret, quitter le gros de la caravane, nous autorisa, M. Béringer, le capitaine Bernard et moi, à nous détacher avec quelques Arabes, pour étudier cette région.

Nous fîmes le trajet de 450 kilomètres environ qui sépare El Biodh d'Ouargla en neuf jours, malgré les vents violents qui soulevaient des nuages de sable et empêchaient notre guide de bien voir sa route. Je cite ce fait pour montrer ce qu'on peut faire même avec des chameaux déjà fatigués. On s'habitue d'ailleurs rapidement à monter à mehari; cette monture ne fatigue pas plus que le cheval, peut-être même moins.

Ce voyage nous permit de vérifier les faits avancés par nos chambas; on peut réellement aller d'Ouargla à El Biodh sans avoir une seule dune à traverser. Ce n'est pas là un gassi comme ceux que nous avions vus entre Ain Taiba et El Biodh. C'est un très vaste espace compris entre deux massifs de grandes dunes et couvert d'une série de dunes parallèles, dirigées environ nord-sud magnétique, isolées et distantes les unes des autres de plusieurs kilomètres. Le sol est généralement à peu près horizontal et formé par un grès légèrement calcaire ou par un gravier siliceux.

C'est dans cet espace, principalement du côté de l'est, que se trouve le lit de l'oued Igharghar. On y trouve quelques petites coquilles d'eau douce, des cyrènes, et aussi des morceaux de lave provenant du massif central.

Le sixième jour, nous atteignîmes Ain Mokhanza, après quelques légers tâtonnements de notre guide pour trouver sa route finale.

Ain Mokhanza se compose de deux entonnoirs analogues à ceux d'Ain Taiba, mais distants l'un de l'autre d'au moins 5 kilomètres. L'entonnoir méridional, situé au milieu de la plaine, n'a jamais été approfondi. Au fond de l'autre entonnoir, placé au milieu des dunes, on a creusé un puits de 5 mètres de profondeur; ce puits était très sale; même un peu approprié, il nous donna une eau excessivement chargée d'acide sulfhydrique provenant de la décomposition des matières organiques tombées au fond du puits.

Après avoir retraversé la région des kantras, nous rentrâmes le 13 mai à Ouargla, d'où nous nous rendîmes aussitôt après à Laghouat par le pays extrêmement curieux du Mzab.

VI.

GÉOLOGIE. — HYDROLOGIE.

On peut considérer Ouargla (altitude approchée, 160 mètres) comme faisant encore partie de la région basse qui comprend les chotts de l'oued Rhir. Mais à partir d'Ouargla, et soit qu'on se dirige à l'ouest vers le Mzab (altitude approchée, 600 mètres), au sud vers El Biodh (altitude approchée, 356 mètres), à l'est vers Rhadamès (altitude approchée, 350 mètres), on monte plus ou moins rapidement. C'est dans la direction que nous avons suivie, vers El Biodh, que la rampe est de beaucoup la moins forte. Cette région forme une grande cuvette dont le bord méridional se termine par la ligne d'escarpements vue à Temassinin; cette ligne d'escarpements remonte même un peu au sud-ouest. A l'ouest et à l'est, les bords de la cuvette se rattachent à des hamadas ou plateaux au delà du Mzab et au delà de Rhadamès.

Au sud de ces escarpements se trouvent des vallées plus ou moins larges, telles que la vallée de l'Igharghar, comprises entre les plateaux, analogues au Tasili des Azgar, qui forment le massif central des Touareg. Ces vallées et ces plateaux vont aussi en s'élevant peu à peu vers le sud.

L'altitude approchée du lac de Menkhough est de 610 mètres, et celle du Tasili des Azgar, aux environs de l'oued Tidjoudjelt, de 810 mètres.

D'une manière générale, on peut dire que le massif central est dévonien, les vallées intermédiaires, quaternaires, ainsi que le centre de la cuvette dont il a été question ci-dessus, et les bords de la cuvette, ainsi que les escarpements, crétacés. Telle est en quelques mots l'esquisse géologique de cette région. Sur la carte, j'ai tracé les limites approximatives de ces divers terrains.

Le terrain quaternaire qui occupe un espace immense jusque près d'El Biodh se compose presque en entier d'une série de couches de grès à grains fins souvent légèrement calcaires; ces grains sont des grains de quartz roulés analogues à ceux qui forment le sable des dunes. Il n'est d'ailleurs pas douteux que ce sont ces grès qui, en se décomposant, ont produit le sable des dunes; le calcaire a été dissous, et l'argile emportée par les eaux ou par le vent. Le terrain quaternaire dont l'épaisseur totale est d'environ 100 mètres se termine souvent à la partie supérieure par une croûte de calcaire gréseux ou de tuf calcaire. On trouve, de plus, en un grand nombre de points de ce terrain du gypse, le plus souvent cristallisé.

Le terrain quaternaire s'appuie en stratification concordante directement sur le crétacé qui apparaît un peu au nord d'El Biodh; le point de passage n'est pas très net, parce que le sol est à peu près horizontal. Les couches crétacées vues entre El Biodh et Temassinin sont les mêmes que celles étudiées vers El Goléah par M. Rolland. Le premier escarpe-

ment de marnes vertes avec un peu de gypse et surmonté d'une couche de calcaire dolomitique appartient à l'étage turonien; ce calcaire forme la vaste hamada recouverte de fragments de silex noirs. Le deuxième escarpement, formé de marnes vertes ou rouges avec de nombreux bancs de gypse et surmonté d'une couche de calcaire marneux blanc ou jaune, appartient à l'étage cénomanien. Le banc supérieur de cet étage est caractérisé par d'assez nombreux fossiles, huîtres, oursins, etc.

Je n'ai vu nulle part le passage direct du crétacé au dévonien; partout le crétacé se termine par des escarpements et entre le pied de ces escarpements et le dévonien, sont des vallées recouvertes d'alluvions quaternaires. Le Tasili des Azgar est formé par le terrain dévonien; les couches sont composées généralement de grès quartzeux très dur, passant à des quartzites; ils sont le plus souvent blancs à l'intérieur et noirs à l'extérieur, comme s'ils étaient brûlés par le soleil. On y trouve aussi quelques schistes gréseux ou argileux. J'ai pu rencontrer dans ce terrain quelques fossiles, trilobites, orthis, spirifer, rhynchonelles, chonetes, etc.

Il aurait été à souhaiter que l'on pût trouver dans cette région le terrain houiller; malheureusement, quoique je n'aie pu voir le contact du crétacé et du dévonien, tout fait supposer qu'il n'y a rien entre ces deux terrains et que jamais on ne trouvera de la houille en ce point.

Dans l'oued Igharghar et dans la vallée des Igharghar en j'ai trouvé un assez grand nombre de morceaux de lave roulés provenant nécessairement du massif central. Cette lave généralement noire est très scoriacée; on y trouve souvent à l'intérieur des cristaux de feldspath. Elle paraît provenir de volcans éteints qui doivent se trouver dans la partie élevée du massif des Hoggar.

Les couches de tous les terrains rencontrés, quaternaire, crétacé ou dévonien, sont horizontales, ce qui dénote un soulèvement lent de cette région. Il paraît probable que le centre de ce soulèvement lent se trouve dans le massif montagneux des Hoggar, où sont les volcans éteints. Il résulte de ce phénomène de soulèvement lent que le relief du sol n'a pu être modifié que par les eaux, qui ont dû produire des phénomènes d'érosion plus ou moins considérables, suivant les quantités d'eau plus ou moins grandes, qui ont pu parcourir autrefois la contrée actuellement la plus sèche du globe, le Sahara. Eh bien, ces quantités d'eau ont dû être excessivement grandes; car, lorsqu'on songe aux vallées profondes des oueds du massif central, analogues à la vallée de l'oued Tidjoudjelt, aux vallées immenses telles que la vallée de l'oued Igharghar, aux grands escarpements des terrains dévonien et crétacé, à l'immense bassin quaternaire qui a été le résultat de toutes ces dénudations et enfin, aux érosions mêmes de ce terrain, on est obligé d'admettre que d'énormes masses d'eau ont dû s'écouler du massif central, et cela, jusqu'à une époque géologique récente, puisque le terrain quaternaire a subi lui-même de fortes érosions.

Une des questions les plus importantes et les plus redoutables dans le Sahara au point de vue du chemin de fer était la question des eaux. Trouverait-on assez d'eau? L'eau serait-elle assez bonne? Il est permis maintenant de résoudre affirmativement cette question, comme a été résolue la question relative à la possibilité de la traversée des dunes.

La couche d'eau qui affleure à Ouargla dans les chotts est évidemment la même couche qui fournit l'eau des nombreux puits de la région des kantras et qui apparaît encore à Aïn Mokhanza et dans la mare d'Aïn Taiba. Seulement, après la région des kantras, l'épaisseur du terrain à traverser avant d'atteindre la couche aquifère est trop grande pour que les Arabes puissent y creuser facilement des puits; cette épaisseur doit être environ de 20 à 40 mètres. La couche doit naturellement se maintenir encore sur un grand espace au sud d'Aïn Taiba dans la direction d'El Biodh. Il suffira par conséquent de creuser des puits un peu profonds pour avoir l'eau nécessaire au chemin de fer. Cette eau est de bonne *qualité.* — Si quelquefois l'eau des puits est mauvaise, cela tient aux matières organiques en décomposition que le vent ou les Arabes font ou laissent tomber au fond des puits. Mais lorsque les puits sont propres, l'eau est toujours de bonne qualité.

A El Biodh, l'eau que l'on obtient en creusant dans le sable est salée et magnésienne (environ 4 à 5 grammes par litre), parce qu'elle communique avec les eaux de la sebkha ou chott. Mais dans les environs il y a quelques puits qui peuvent, paraît-il, donner de la bonne eau.

La vallée des Ighargharen renferme partout à une faible profondeur, à 4 ou 5 mètres, une eau excellente. Il est plus que probable que dans les points bas des autres vallées, telles que la vallée de l'Igharghar, on trouvera *aussi de l'eau* en quantité suffisante et de bonne qualité.

Mais ce qu'il serait très utile d'avoir partout, ce serait de l'eau artésienne, comme à Ouargla et à Temassinin. Il est difficile, dans l'état actuel, de dire d'une manière certaine, en quels points et à quelle profondeur on trouvera des nappes pareilles. La nappe artésienne d'Ouargla doit se prolonger encore au sud. La nappe de Temassinin doit se continuer vers le nord; mais, au delà des grands escarpements crétacés, la force ascensionnelle ne doit plus être suffisante pour rendre cette nappe artésienne. Il est possible que les deux nappes d'Ouargla et de Temassinin soient une seule et même nappe, ou du moins, communiquent entre elles par les fractures des couches crétacées dont parle M. Rolland. Dans ces conditions, on ne pourra que rechercher dans la direction sud le prolongement du système artésien d'Ouargla et étudier jusqu'en quel point la nappe reste artésienne et quelle profondeur doivent alors avoir les forages.

VII.

D'après cet exposé rapide des résultats de la mission, on peut voir que le tracé du chemin de fer présente les plus grandes facilités depuis Ouargla jusqu'à El Biodh et même jusqu'à la sebkha d'Amadghor; car, d'après des renseignements certains, la vallée de l'Igharghar se continue jusque-là telle que nous l'avons vue entre Tebalbalet et El Biodh. Les difficultés relatives aux dunes et à l'eau sont com-

plètement résolues : on peut traverser le massif de l'erg depuis Ouargla jusqu'à El Biodh sans avoir une seule dune à recouper, et on trouvera dans tout le Sahara une quantité d'eau largement suffisante pour les besoins du chemin de fer.

La construction de la voie sera extrêmement facile : pas de travaux d'art; le sol pourra servir le plus souvent de ballast. La voie sera tout le temps presque en palier; on s'élèvera vers le sud d'une manière tout à fait insensible.

La seule difficulté réelle réside dans le manque de houille; on sera obligé de la transporter depuis la côte. Mais qui sait si un jour on n'arrivera pas à pouvoir remplacer ce combustible par la chaleur solaire, non pas directement, bien entendu, mais en passant par un intermédiaire, l'air comprimé, par exemple? Dans le Sahara, l'emploi de cette chaleur serait naturellement d'une application plus facile que partout ailleurs. L'appareil Mouchot que nous avions emporté pour faire des expériences à ce sujet a, en effet, très bien marché; il fonctionnait trois fois plus rapidement qu'à Paris.

Il y a lieu de supposer aussi que les facilités de construction qui se présentent jusqu'à la sebkha d'Amadghor et même au delà se continueront jusque vers le Soudan. La géologie du Sahara porte à le croire; à cause du soulèvement lent du massif central, les mêmes formes topographiques du terrain, et, par suite les mêmes facilités, doivent exister partout.

D'ailleurs, dans la seconde partie de notre exploration pour laquelle nous allons bientôt partir, nous pourrons, tout nous porte à l'espérer, vérifier toutes ces hypothèses, en étudiant le massif central du Hoggar et ses diverses vallées, telles que l'oued Igharghar, l'oued Teghazert, etc.

En attendant, nous croyons qu'on pourrait dès à présent commencer la construction de la voie ferrée jusqu'à Ouargla, puisque, ainsi que l'a montré M. Rolland, la question du chemin de fer transsaharien mise de côté, cette ligne a en elle-même sa raison d'être. Nous gagnerions ainsi un temps précieux pour l'établissement de la grande voie ferrée ; et il ne faut pas oublier que le temps est un élément fort important quand il s'agit d'arriver les premiers à s'implanter dans un pays.

Il est de notre devoir de ne pas nous laisser devancer et de ne rien négliger pour assurer le plus rapidement possible à l'industrie et au commerce français l'immense débouché que leur offriront ces vastes régions soudaniennes, que nous touchons déjà par nos colonies du Gabon et du Sénégal, et au cœur desquelles nous pénétrerons par le chemin de fer transsaharien.

J. Roche,
Ingénieur au corps des mines,
membre de la mission d'exploration transsaharienne.

AGRONOMIE

MUSÉUM D'HISTOIRE NATURELLE DE PARIS
PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE APPLIQUÉE A L'AGRICULTURE

COURS DE M. DEHÉRAIN

Origine du carbone des végétaux (1).

III.

J'ai essayé de vous montrer, dans les deux leçons précédentes que j'ai déjà consacrées à rechercher avec vous l'origine du carbone des végétaux, comment l'acide carbonique de l'air pénétrait dans les cellules à chlorophylle, s'y décomposait en même temps que l'eau et comment les deux résidus combinés l'un à l'autre formaient une matière organique, susceptible de polymérie. En se condensant, en s'unissant à elle-même, cette matière, en effet, semble fournir ces substances complexes, habituellement désignées sous le nom d'hydrates de carbone.

Est-ce seulement dans l'acide carbonique de l'air que les plantes trouvent leur carbone ? Ou bien, les matières carbonées qui s'accumulent dans le sol cultivé, par l'apport du fumier de ferme, dans la prairie ou la forêt, par la décomposition lente des feuilles, des racines, des débris des végétations antérieures, peuvent-elles également intervenir? Telle est la question que je veux discuter aujourd'hui.

Théodore de Saussure n'hésitait pas à admettre que les matières ulmiques, c'est le nom un peu vague sous lequel on désigne les substances carbonées qu'on peut extraire du sol par les alcalis, servaient directement à l'alimentation de la plante. Cependant, on ne trouve pas dans les *Recherches chimiques sur la végétation* d'expériences décisives sur ce sujet; mais l'influence du terreau sur le développement des plantes était tellement établie par les expériences séculaires des cultivateurs et des jardiniers, qu'on avait naturellement admis que les matières carbonées du sol sont utiles à la végétation par leur assimilation directe, quand Liebig publia son cours de chimie appliquée à l'agriculture. Dès cette époque, il soutint nettement l'opinion que l'humus n'est pas directement absorbé par les plantes ; voici au reste comment il résume sa manière de voir :

« L'humus nourrit les plantes, non pas parce que, comme tel, il est absorbé et assimilé, mais parce qu'il présente aux racines une source alimentaire lente et continue, une source d'acide carbonique qui approvisionne la plante de sa nourriture essentielle, tant que les conditions nécessaires à la pourriture (l'humidité et l'accès de l'air) se trouvent réunies. »

Th. de Saussure, n'admettant pas cette manière de voir, se remit à l'œuvre et, en 1841, il inséra dans la bibliothèque universelle de Genève (2) le résultat de quelques essais qui

(1) Voir ci-dessus p. 434 et 465.
(2) Tome XXXVI, 1841, p. 340.

l'avaient conduit à des conclusions absolument opposées à celles de Liebig ; il rapporte qu'en quinze jours un haricot, dont les racines plongeaient dans une dissolution d'humate de potasse, absorba 9 milligr. d'humus tout en augmentant son propre poids de 3 grammes : il pesait 11 grammes au commencement de l'expérience et 14 à la fin.

Il reconnut encore qu'en dix jours un *polygonum persicaria* absorba 43 milligrammes d'humus sec. Son poids passa de 20 à 25 grammes; l'absorption de l'humus était évidente, non seulement par l'augmentation de poids de la plante, mais encore par la décoloration presque complète du liquide.

Malaguti et Soubeyran publièrent également quelques expériences favorables à l'idée que l'humus est absorbé directement et cependant l'opinion contraire prévalut : discutant les résultats que lui avait fournis une culture de tabac, M. Boussingault calcule que la récolte obtenue sur un hectare renfermait 4434 kilog. de carbone représentant 8266 mètres cubes de gaz acide carbonique et, puisque, depuis la mise des plantes en terre jusqu'à la récolte, il s'écoule à peu près trois mois, il interviendrait, en moyenne chaque jour, environ 92 mètres cubes de gaz acide.

L'éminent agronome ajoute, au reste (1) : « J'admets dans cette discussion que la totalité du carbone assimilé par les plantes a le gaz acide carbonique pour origine, parce que je ne connais pas une observation assez nette et assez complète pour établir que les matières organiques carbonées, renfermées dans le sol, les acides bruns par exemple, leur fournissent directement du carbone. Je crois que le carbone de ces matières doit d'abord être brûlé, constituer du gaz acide carbonique, avant d'entrer dans l'organisme végétal.

« J'ai d'ailleurs démontré qu'un végétal acquiert un accroissement normal quand il ne reçoit autre chose que des phosphates, des sels alcalins, du nitrate de potasse fonctionnant comme un engrais azoté, de l'eau pure et de l'acide carbonique, le seul de ces agents capables de lui fournir dans ces conditions le carbone nécessaire à son organisation.

« La quantité considérable de gaz acide carbonique que décomposent chaque jour les plantes cultivées sur 1 hectare est sans doute fournie, en partie, par les engrais. Il a été prouvé, en effet, que l'atmosphère confinée d'une terre bien fumée contient jusqu'à 10 pour 100 en volume de ce gaz, alors que l'air extérieur, qui à la vérité se renouvelle incessamment, n'en renferme pas au delà de 4 pour 10 000. Cette production de gaz acide carbonique dans un sol ameubli par la charrue est la conséquence de la combustion lente que subissent, sans interruption aucune, les matières organiques, les acides bruns et c'est là, évidemment, l'utilité incontestable des principes carbonés du terreau et du fumier. »

Pour M. Boussingault, l'utilité des matières ulmiques se réduit donc à être une source d'acide carbonique ; comment cet acide carbonique est-il utilisé ? Il n'est pas probable que, se diffusant du sol, il forme au contact même des feuilles une atmosphère plus riche en acide carbonique que l'air extérieur. Pénètre-t-il donc dans la plante par la racine et est-il ainsi charrié jusqu'aux cellules à chlorophylle qui le réduisent comme elles décomposent l'acide carbonique aérien ?

C'est là une manière de voir qu'il importe de vérifier par l'expérience, d'autant plus qu'elle a été admise sans preuves suffisantes et que les anciennes observations semblent même indiquer qu'elle est inexacte.

C'est ainsi que Th. de Saussure avait remarqué qu'une plante enracinée dans du terreau, et engagée par sa partie supérieure dans un ballon exactement mastiqué sur sa tige, n'améliore que très légèrement l'atmosphère dans laquelle elle est confinée, et cela seulement, après plusieurs jours ou même plusieurs semaines.

D'autre part, M. Corenwinder, dans une série d'expériences plus précises, a essayé de reconnaître si les racines *plongées* dans un milieu dans lequel existait de l'acide carbonique était capable d'absorber ce gaz ; il n'a pu y réussir et il a trouvé, au contraire, que la quantité d'acide carbonique en contact avec les racines, loin de diminuer, avait augmenté.

Dans un travail plus récent, exécuté avec la collaboration de M. Vesque, je suis arrivé au même résultat. L'appareil qui a été employé est sous vos yeux ; dans une éprouvette à pied munie de quatre tubulures et remplie de pierre ponce est enracinée une véronique. Par une des tubulures supérieures on peut faire arriver à volonté les gaz qui doivent former l'atmosphère intérieure, dont la température et la pression sont déterminées par un manomètre et un thermomètre fixés dans une seconde tubulure, enfin, par la tubulure inférieure, pénètre l'eau d'arrosage. La partie aérienne de la plante *s'engage dans* un manchon supérieur, mastiqué sur la tige ; les tubulures de celui-ci permettent de puiser à volonté les gaz après que l'atmosphère a été modifiée par le contact de la plante.

Les résultats obtenus par l'étude de l'atmosphère des racines ont été les suivants : les racines diminuent le volume du gaz avec lequel elles sont en contact, elles absorbent de l'oxygène qu'elles remplacent par une quantité moindre d'acide carbonique ; la racine, loin d'absorber de l'acide carbonique, en émet.

Nous avons essayé, en outre, M. Vesque et moi, de résoudre la question que je discute en ce moment ; nous avons introduit de l'acide carbonique dans l'atmosphère des racines et nous avons exposé l'appareil au soleil ; malgré des essais répétés, nous n'avons jamais pu constater dans l'atmosphère supérieur un excès d'oxygène, ce qui aurait indiqué que la racine puise dans le sol l'acide carbonique qu'il renferme.

Il est donc au moins douteux que les plantes utilisent, pour former leurs principes immédiats, l'acide carbonique du sol ; la matière ulmique ne nous paraît pas être utile comme source d'acide carbonique ; si elle a une influence quelconque, cette influence est autre que celle qu'on lui attribue d'ordinaire.

Cette influence existe-t-elle ? c'est là le point qu'il faut d'abord établir.

Messieurs, il n'est pas douteux que certaines plantes peuvent vivre dans des sols dépourvus de matières organiques : il faut quelques précautions pour réussir à les élever et il est

(1) *Chimie agricole*, t. IV, p. 117, 1868.

rare de leur voir acquérir leurs dimensions normales, cependant M. Boussingault a vu prospérer des helianthus dans un sol stérile amendé seulement avec des produits chimiques. Nous avons réussi, M. Frémy et moi, à élever des betteraves dont la racine pesait près de 800 grammes, dans des sols artificiels absolument dépourvus de matières organiques; en outre, quelques expériences de grande culture indiquent que certaines plantes se développent indéfiniment sur le même sol sans qu'on renouvelle la matière carbonée; c'est ce qui résulte notamment des expériences poursuivies par MM. Lawes et Gilbert à Rothamsted sur la culture continue du blé.

Pendant vingt-sept ans de suite on a semé du blé sur des parcelles contiguës; les unes, recevant comme engrais du fumier de ferme, ont fourni 30,7 hectolitres de grain et 4078 kilogrammes de paille, tandis que d'autres qui recevaient seulement des produits chimiques, azotate de soude ou sulfate d'ammoniaque, mélangés de sels alcalins, tels que le sulfate de potasse, de soude et de magnésie, enfin du superphosphate de chaux, ont donné 32 hectolitres de grain et 4856 kilog. de paille; la faible différence constatée est à l'avantage des produits chimiques, il n'est donc pas douteux que le blé ne trouve tout son carbone dans l'acide carbonique de l'air; la matière ulmique ne paraît pas intervenir puisque le sol dans lequel elle n'est pas renouvelée donne une récolte un peu supérieure à celui qui en a reçu des doses considérables.

Ce qui est vrai dans le cas du froment l'est-il également pour toutes les plantes et convient-il de généraliser absolument? Il y a quelques exemples qui tendent à prouver qu'il n'en est pas ainsi; c'est ainsi qu'à Rothamsted il a été complètement impossible de faire revenir indéfiniment le trèfle sur la même parcelle du champ d'expériences; quel que soit l'engrais qu'on lui ait fourni, qu'on ait employé des engrais salins ou du fumier de ferme, on a échoué. Et cependant on a réussi à maintenir cette culture continue pendant une vingtaine d'années sur le sol d'un jardin où pendant une longue période de temps s'étaient accumulées les copieuses fumures qu'emploient les jardiniers.

Pour cette plante particulière, le trèfle, la matière ulmique paraît donc nécessaire, et ce n'est pas une matière carbonée quelconque qui favorise son développement; celle qui existe dans le fumier de ferme frais ne lui convient pas, les cultivateurs le savent bien. Si l'on s'avise de répandre du fumier sur une prairie artificielle, on voit dépérir les légumineuses tandis que les graminées prennent un puissant développement; ce qui convient au trèfle ou à la luzerne, c'est la matière ulmique telle qu'elle se produit peu à peu dans le sol par l'oxydation des débris organiques qui s'y accumulent, et cela est tellement vrai que la pratique agricole a reconnu depuis longtemps qu'une terre devenue stérile pour la luzerne, après une culture prolongée pendant quatre ou cinq ans, pouvait de nouveau porter cette plante avec profit quinze ou vingt ans plus tard; la matière ulmique semble s'y être reconstituée sous une forme favorable à l'assimilation.

Ainsi les faits observés dans la culture des légumineuses s'expliquent aisément en admettant que ces plantes utilisent directement les matières carbonées du sol; j'ai encore un autre exemple à vous citer.

Depuis cinq ans je cultive sur le même sol, à l'École de Grignon, le maïs fourrage, et sur une bande parallèle, des pommes de terre; or, tandis que le maïs a bénéficié particulièrement de l'emploi du fumier de ferme et médiocrement des engrais chimiques, les pommes de terre ont fourni des résultats à peu près analogues, qu'on ait employé l'un ou l'autre engrais.

Ainsi le rendement moyen d'une parcelle en maïs fourrage qui a reçu tous les ans 40 000 kilog. de fumier de ferme est de 90 000 kilog. à l'hectare, le rendement le plus élevé obtenu avec les engrais chimiques est de 68 000 kilog.; la différence est considérable. Les parcelles qui ont porté des pommes de terre vont nous fournir des résultats tout différents : le rendement le plus élevé obtenu de la culture des pommes de terre soutenue avec du fumier de ferme est de 321 hectolitres à l'hectare; avec un mélange d'azotate de soude et de superphosphate on a obtenu 328 hectolitres; la différence est faible et légèrement à l'avantage des engrais chimiques.

Enfin il est à remarquer que pendant ces dernières années le maïs fourrage revenant pour la quatrième et la cinquième fois sur le même sol a donné des rendements de plus en plus faibles sur les parcelles amendées avec des engrais chimiques, tandis qu'il n'en a pas été ainsi pour les cultures des pommes de terre : elles sont loin d'être égales entre elles; mais elles sont surtout influencées par les saisons; les rendements ne vont pas en décroissant régulièrement comme ceux du maïs fourrage qui n'a pas reçu de fumier.

Il m'a paru qu'il y avait là une précieuse indication et qu'il était possible de tirer de ces expériences de grande culture une preuve que les matières ulmiques pouvaient servir directement à l'alimentation de la plante.

Pour m'en assurer, j'ai prélevé avec l'aide de mon collaborateur de Grignon, M. Nantier, des échantillons de terre dans les parcelles cultivées en maïs et dans les parcelles cultivées en pommes de terre (1).

On a obtenu les résultats résumés dans le tableau que je mets sous vos yeux; il renferme trois séries de nombres, ceux de la première colonne indiquent le carbone des matières organiques contenu dans le sol des parcelles cultivées en pommes de terre avec l'aide de divers engrais; ceux de la seconde colonne correspondent aux nombres qui ont fourni des échantillons de terre prélevés en février 1878 sur le sol cultivé en maïs fourrage depuis deux ans et ceux de la troisième colonne, les chiffres obtenus par l'analyse des parcelles qui ont été cultivées pendant quatre années successives en maïs fourrage; ces derniers échantillons ont été prélevés sur les parcelles mêmes qui avaient fourni les échantillons de 1878.

(1) Voyez sur les précautions qu'exigent les prises d'échantillon et les dosages, le mémoire : *Études sur le sol du champ d'expériences de Grignon; Annales agronomiques*, t. III, p. 418, 1878.

CARBONE DES MATIÈRES ORGANIQUES DANS UN KILOGRAMME DE TERRE DE DIVERSES PARCELLES.

ENGRAIS DISTRIBUÉS A L'HECTARE.		CULTURE DES POMMES DE TERRE. Échantillons de février 1878.	CULTURE DU MAÏS FOURRAGE. Échantillons de février 1878.	CULTURE DU MAÏS FOURRAGE. Échantillons de octobre 1879.
		Grammes.	Grammes.	Grammes.
80000 kilogr. de fumier de ferme en 1875-76-77 Rien en 1878-79. . .	Échant. n° 1.	21,32	16,80	14,07
	Échant. n° 2.	21,31	16,66	14,80
Toujours sans engrais .	Échant. n° 1.	16,30	15,03	10,00
	Échant. n° 2.	16,08	15,18	10,90
1200 kilogr. d'azotate de soude en 1875-76-77. Rien en 1878-79. . .	Échant. n° 1.	14,60	13,13	12,80
	Échant. n° 2.	14,72	13,21	13,20
1200 kilogr. de sulfate d'amm. en 1875-76-77. Rien en 1879-79. . .	Échant. n° 2.	16,85	15,20	11,90
	Échant. n° 1.	17,35	»	12,50

La comparaison de ces chiffres est très instructive; nous voyons d'abord que le sol des parcelles cultivées en pommes de terre est partout plus riche en carbone que celui des parcelles qui ont porté du maïs fourrage. Or ces parcelles sont contiguës, elles ont été tracées au milieu d'un champ très homogène, et il faut remarquer que les façons qui ont pour effet de faire pénétrer l'air dans le sol et par suite de favoriser la combustion des matières carbonées qu'il renferme, sont bien plus nombreuses, plus multipliées dans la culture des pommes de terre que dans celle du maïs fourrage; celui-ci est tellement serré dès les premières semaines de végétation qu'il est impossible de pénétrer dans les cultures; au contraire, les pieds de pommes de terre sont toujours assez espacés pour qu'on puisse les biner, les sarcler à diverses reprises; si donc l'épuisement du sol en carbone n'était dû qu'à la combustion plus ou moins énergique des matières organiques, on devrait trouver moins de carbone dans les parcelles emblavées en pommes de terre que dans celles qui ont porté du maïs, or c'est l'inverse qui a lieu, et on est en droit de supposer que si le sol qui porte du maïs renferme moins de carbone que celui qui a nourri les pommes de terre, c'est précisément parce que l'une des plantes s'empare directement des matières organiques qui sont dédaignées par l'autre.

Cette conclusion paraît d'autant plus légitime que c'est le sol qui a donné les récoltes les plus abondantes, celui qui a reçu le fumier de ferme, qui a perdu la quantité de carbone maxima; ainsi la différence entre les parcelles qui ont reçu le fumier de ferme est de près de 4 grammes de carbone entre le sol qui a porté le maïs et celui qui a nourri les pommes de terre; les différences sont moindres dans les autres parcelles et notamment dans celles qui ont eu l'azotate de soude, mais cet engrais paraît avoir par lui-même exercé une action comburante spéciale, car la quantité de carbone contenu dans le sol des parcelles qui l'ont reçu est faible, qu'elles aient porté des pommes de terre ou du maïs.

Si la manière de voir que nous soutenons en ce moment est exacte, s'il est vrai que le maïs fourrage prenne dans les principes carbonés du sol une partie du carbone qu'il renferme, il est clair qu'une culture prolongée doit amener un appauvrissement de plus en plus grand, et que les échantillons prélevés en octobre 1879, après les récoltes de 1878 et de 1879 devront renfermer moins de matières organiques carbonées que ceux qu'on avait pris en février 1878; c'est encore ce que l'expérience vient confirmer; le carbone a baissé dans les parcelles qui ont reçu le fumier, le sulfate d'ammoniaque et dans celles qui ont été maintenues sans engrais. C'est même sur celles-là que la déperdition est la plus évidente, or cette diminution du carbone coïncide avec une diminution dans les récoltes; ainsi, en 1879, la parcelle sans engrais n'a plus donné que 22 500 kilogrammes de fourrage vert à l'*hectare*, tandis que les parcelles voisines, qui ont reçu le fumier, en fournissaient au delà de 70 000 (1).

Des comparaisons entre des sols qui ont porté du blé et d'autres qui ont été cultivés en maïs ont fourni des résultats analogues. Au printemps de 1879, on a rempli deux vases de grande dimension de terre de jardin bien homogène et on a semé dans l'un du blé, dans l'autre du maïs; les plantes se sont bien développées; quand la récolte a été faite, ces terres ont été analysées simultanément par mon collaborateur M. Bréal et par moi; nous avons obtenu, par deux méthodes différentes, pour le carbone contenu dans 100 grammes de terre ayant porté :

Maïs.	2gr,9	2gr,8
Blé	4gr,0	3gr,8

Ainsi nous trouvons encore que le sol qui a porté du maïs est plus pauvre en carbone que celui qui a porté du blé, et si nous nous rappelons que le blé produit des récoltes semblables, qu'il soit amendé avec des produits chimiques ou avec du fumier, tandis que le maïs donne des résultats beaucoup plus abondants sous l'influence du fumier, il faut en conclure que le maïs utilise directement les principes carbonés du sol arable et y puise une partie du carbone contenu dans ses tissus.

Dans les leçons précédentes, où nous avons étudié l'action de l'acide carbonique atmosphérique sur la végétation, nous ne nous sommes pas contenté de prouver la disparition de cet acide carbonique de l'atmosphère confinée dans laquelle vivaient des végétaux, nous avons essayé, en outre, de déterminer le mode de pénétration de l'acide carbonique dans les feuilles. Si vous admettez avec moi que les matières ulmiques servent d'aliment à la plante, il faut de même ne pas se contenter de montrer la disparition des matières carbonées du sol, mais rechercher comment elles pénètrent dans l'organisme végétal. Il faut reconnaître, en outre, si on peut réussir à lever une objection formulée, il y a déjà quelques

(1) Les différences étaient si accusées que j'ai fait prendre une photographie du champ d'expériences en août 1879; cette photographie est reproduite dans le t. VI des *Annales agronomiques*, p. 79.

En 1880, les résultats ont été aussi marqués; ils ont vivement frappé les personnes qui ont fait partie de l'excursion agronomique du mois de juillet.

années, à la manière de voir proposée autrefois par Th. de Saussure, Soubeyran et Malaguti, et que je viens de développer de nouveau devant vous en l'appuyant de nouvelles observations.

Il y a quelques années, M. Grandeau, doyen de la Faculté des sciences de Nancy, a fait une étude intéressante des terres noires fertiles du sud de la Russie; pour extraire la matière carbonée à laquelle cette terre doit sa couleur, M. Grandeau a employé successivement l'acide chlorhydrique et le carbonate d'ammoniaque : il a obtenu une dissolution colorée par la matière organique, mais qui renfermait en outre de l'acide phosphorique, de l'oxyde de fer, de la chaux et de la magnésie. Pour résoudre la question en litige : la matière organique du sol est-elle assimilable? M. Grandeau a placé la dissolution complexe obtenue dans un dialyseur, et il a reconnu que si l'eau intérieure se chargeait bien des matières minérales dissoutes dans la liqueur colorée extérieure, la matière organique elle-même n'avait pas pénétré; de cette expérience le savant professeur de Nancy a tiré cette conclusion, que si la matière organique du sol est utile parce qu'elle est le véhicule de la matière minérale et la présente aux racines des plantes sous une forme assimilable, « la matière organique de l'humus n'est pas absorbée et reste dans le sol ».

J'ai besoin d'appuyer sur l'expérience de M. Grandeau pour vous en faire saisir la portée; Th. Graham a employé, il y a déjà plusieurs années, l'appareil que vous voyez ici et qu'il nomme dialyseur, pour séparer les unes des autres les matières solubles douées de propriétés physiques différentes, telles par exemple que la gomme et le sucre.

Vous savez que la gomme forme des dissolutions mucilagineuses, vous savez qu'elle ne donne pas de cristaux; quand cette dissolution est concentrée, elle présente l'aspect gélatineux. Graham appelle ces sortes de matières des *colloïdes* et il oppose ce nom à celui de *cristalloïdes* qu'il réserve pour les substances capables de cristalliser.

Si on mélange une dissolution de gomme et de sucre, puis, qu'on plonge dans cette dissolution un cylindre de verre dont le fond est formé par un morceau de papier à écrire ordinaire immergé pendant quelques instants dans l'acide sulfurique, puis lavé et séché; qu'on dépose enfin une couche d'eau sur le papier ainsi préparé qui est désigné sous le nom de *papier parchemin*, on trouve, après quelques jours, que cette membrane a fait une séparation entre les deux matières dissoutes qui baignaient une de ses parois; tandis que le sucre a pénétré dans le liquide intérieur, la gomme est, au contraire, restée dans le liquide extérieur; le fait est général, les colloïdes ne passent pas au travers du papier parchemin.

Dans l'expérience de M. Grandeau, la matière ulmique n'a pas passé au travers du papier parchemin, elle doit donc être rangée parmi les colloïdes.

M. Grandeau suppose enfin que les radicelles des plantes se conduisent comme le dialyseur, il admet que les matières qui n'ont pas pu passer au travers du papier parchemin ne passeront pas davantage au travers des tissus des radicelles, d'où sa conclusion : les matières ulmiques ne sont pas assimilées directement.

Je ferai à cette manière de voir plusieurs objections : rien ne prouve d'abord que les analogies que veut établir M. Grandeau entre le papier parchemin et les radicelles soient légitimes, et on ne peut pas affirmer que le papier parchemin repoussant une matière dissoute, cette même matière sera également repoussée par la radicelle. On peut d'autant moins l'affirmer que Th. de Saussure, ainsi que je vous l'ai rappelé en commençant cette leçon, avait vu une plante enracinée dans une dissolution d'ulmate de potasse décolorer cette dissolution et augmenter sensiblement son poids, ce qui semble bien indiquer qu'elle s'était emparée de cette matière carbonée.

En outre, il est très important de remarquer que certaines matières considérées à juste titre comme essentiellement colloïdales, la silice notamment, pénètrent en quantité très sensible dans la plante; vous savez, en effet, que sur 100 parties de cendres laissées par les pailles du blé ou du seigle, 70 sont de la silice; or Th. Graham a vu que, malgré son aspect colloïdal, la silice pouvait prendre une forme telle qu'elle pénétrait dans le dialyseur; ainsi une même matière peut affecter des formes diverses qui lui donnent ou lui enlèvent la faculté de se diffuser, et rien ne prouve que ce qui arrive pour la silice n'arrive pas à la matière ulmique.

La matière ulmique préparée par M. Grandeau ne s'est pas diffusée dans le dialyseur, mais ne peut-il exister une autre variété de matière ulmique qui y pénètrerait; enfin, et j'insiste particulièrement sur ce point, est-il bien certain que la matière extraite de la terre au moyen du carbonate d'ammoniaque soit bien la matière préexistante dans le sol?

Il est, au contraire, très probable que la matière dissoute se forme pendant l'opération même et n'est qu'un produit d'oxydation de la substance contenue dans le sol. Messieurs, cette affirmation doit être appuyée par l'expérience; vous avez devant vous deux séries de flacons qui renferment des terres mises en suspension dans de l'eau chargée de carbonate de potasse; dans la première série de flacons barbote un rapide courant d'air, dans la seconde un courant énergique d'acide carbonique; il est clair que si la matière ulmique noire préexiste dans le sol, les deux séries de flacons renfermeront des liquides également colorés. Si, au contraire, la matière noire ne se forme que par oxydation, les flacons qui reçoivent le courant d'air présenteront seuls un liquide fortement coloré, l'eau qui est agitée par l'acide carbonique n'aura qu'une légère teinte ambrée : l'expérience est très nette, les différences sont très marquées.

Évaporons, puis calcinons une petite quantité de la matière dissoute dans les flacons parcourus par l'acide carbonique, nous obtenons bientôt un résidu carboné, d'où nous pouvons conclure que la matière carbonée s'est dissoute, légèrement il est vrai, mais s'est dissoute cependant dans l'alcali sans l'intervention de l'air, et comme la dissolution n'est pas colorée, on en déduit forcément que la matière organique du sol n'est pas celle qu'on désigne habituellement sous le nom de matière ulmique. Ce que les chimistes désignent sous le

CARBONE DES MATIÈRES ORGANIQUES DANS UN KILOGRAMME DE TERRE DE DIVERSES PARCELLES.

ENGRAIS DISTRIBUÉS A L'HECTARE.		CULTURE DES POMMES DE TERRE.	CULTURE DU MAÏS FOURRAGE.	
		Échantillons de février 1878.	Échantillons de février 1878.	Échantillons de octobre 1879.
		Grammes.	Grammes.	Grammes.
80000 kilogr. de fumier de ferme en 1875-76-77. Rien en 1878-79. . .	Échant. n° 1.	21,32	16,80	14,07
	Échant. n° 2.	21,31	16,66	14,80
Toujours sans engrais .	Échant. n° 1.	16,30	15,06	10,00
	Échant. n° 2.	16,08	15,18	10,90
1200 kilogr. d'azotate de soude en 1875-76-77. Rien en 1878-79. . .	Échant. n° 1.	14,60	13,13	12,80
	Échant. n° 2.	14,72	13,21	13,20
1200 kilogr. de sulfate d'amm. en 1875-76-77. Rien en 1879-79. . .	Échant. n° 2.	16,85	15,20	11,90
	Échant. n° 1.	17,35	»	12,50

La comparaison de ces chiffres est très instructive; nous voyons d'abord que le sol des parcelles cultivées en pommes de terre est partout plus riche en carbone que celui des parcelles qui ont porté du maïs fourrage. Or ces parcelles sont contiguës, elles ont été tracées au milieu d'un champ très homogène, et il faut remarquer que les façons qui ont pour effet de faire pénétrer l'air dans le sol et par suite de favoriser la combustion des matières carbonées qu'il renferme, sont bien plus nombreuses, plus multipliées dans la culture des pommes de terre que dans celle du maïs fourrage; celui-ci est tellement serré dès les premières semaines de végétation qu'il est impossible de pénétrer dans les cultures; au contraire, les pieds de pommes de terre sont toujours assez espacés pour qu'on puisse les biner, les sarcler à diverses reprises; si donc l'épuisement du sol en carbone n'était dû qu'à la combustion plus ou moins énergique des matières organiques, on devrait trouver moins de carbone dans les parcelles emblavées en pommes de terre que dans celles qui ont porté du maïs, or c'est l'inverse qui a lieu, et on est en droit de supposer que si le sol qui porte du maïs renferme moins de carbone que celui qui a nourri les pommes de terre, c'est précisément parce que l'une des plantes s'empare directement des matières organiques qui sont dédaignées par l'autre.

Cette conclusion paraît d'autant plus légitime que c'est le sol qui a donné les récoltes les plus abondantes, celui qui a reçu le fumier de ferme, qui a perdu la quantité de carbone maxima; ainsi la différence entre les parcelles qui ont reçu le fumier de ferme est de près de 4 grammes de carbone entre le sol qui a porté le maïs et celui qui a nourri les pommes de terre; les différences sont moindres dans les autres parcelles et notamment dans celles qui ont eu l'azotate de soude, mais cet engrais paraît avoir par lui-même exercé une action comburante spéciale, car la quantité de carbone contenu dans le sol des parcelles qui l'ont reçu est faible, qu'elles aient porté des pommes de terre ou du maïs.

Si la manière de voir que nous soutenons en ce moment est exacte, s'il est vrai que le maïs fourrage prenne dans les principes carbonés du sol une partie du carbone qu'il renferme, il est clair qu'une culture prolongée doit amener un appauvrissement de plus en plus grand, et que les échantillons prélevés en octobre 1879, après les récoltes de 1878 et de 1879 devront renfermer moins de matières organiques carbonées que ceux qu'on avait pris en février 1878; c'est encore ce que l'expérience vient confirmer; le carbone a baissé dans les parcelles qui ont reçu le fumier, le sulfate d'ammoniaque et dans celles qui ont été maintenues sans engrais. C'est même sur celles-là que la déperdition est la plus évidente, or cette diminution du carbone coïncide avec une diminution dans les récoltes; ainsi, en 1879, la parcelle sans engrais n'a plus donné que 22 500 kilogrammes de fourrage vert à *l'hectare*, tandis que les parcelles voisines, qui ont reçu le fumier, en fournissaient au delà de 70 000 (1).

Des comparaisons entre des sols qui ont porté du blé et d'autres qui ont été cultivés en maïs ont fourni des résultats analogues. Au printemps de 1879, on a rempli deux vases de grande dimension de terre de jardin bien homogène et on a semé dans l'un du blé, dans l'autre du maïs; les plantes se sont bien développées; quand la récolte a été faite, ces terres ont été analysées simultanément par mon collaborateur M. Bréal et par moi; nous avons obtenu, par deux méthodes différentes, pour le carbone contenu dans 100 grammes de terre ayant porté :

Maïs.	2gr,0	2gr,8
Blé	4gr,0	3gr,8

Ainsi nous trouvons encore que le sol qui a porté du maïs est plus pauvre en carbone que celui qui a porté du blé, et si nous nous rappelons que le blé produit des récoltes semblables, qu'il soit amendé avec des produits chimiques ou avec du fumier, tandis que le maïs donne des résultats beaucoup plus abondants sous l'influence du fumier, il faut en conclure que le maïs utilise directement les principes carbonés du sol arable et y puise une partie du carbone contenu dans ses tissus.

Dans les leçons précédentes, où nous avons étudié l'action de l'acide carbonique atmosphérique sur la végétation, nous ne nous sommes pas contenté de prouver la disparition de cet acide carbonique de l'atmosphère confinée dans laquelle vivaient des végétaux, nous avons essayé, en outre, de déterminer le mode de pénétration de l'acide carbonique dans les feuilles. Si vous admettez avec moi que les matières ulmiques servent d'aliment à la plante, il faut de même ne pas se contenter de montrer la disparition des matières carbonées du sol, mais rechercher comment elles pénètrent dans l'organisme végétal. Il faut reconnaître, en outre, si on peut réussir à lever une objection formulée, il y a déjà quelques

(1) Les différences étaient si accusées que j'ai fait prendre une photographie du champ d'expériences en août 1879; cette photographie est reproduite dans le t. VI des *Annales agronomiques*, p. 79.

En 1880, les résultats ont été aussi marqués; ils ont vivement frappé les personnes qui ont fait partie de l'excursion agronomique du mois de juillet.

années, à la manière de voir proposée autrefois par Th. de Saussure, Soubeyran et Malaguti, et que je viens de développer de nouveau devant vous en l'appuyant de nouvelles observations.

Il y a quelques années, M. Grandeau, doyen de la Faculté des sciences de Nancy, a fait une étude intéressante des terres noires fertiles du sud de la Russie; pour extraire la matière carbonée à laquelle cette terre doit sa couleur, M. Grandeau a employé successivement l'acide chlorhydrique et le carbonate d'ammoniaque : il a obtenu une dissolution colorée par la matière organique, mais qui renfermait en outre de l'acide phosphorique, de l'oxyde de fer, de la chaux et de la magnésie. Pour résoudre la question en litige : la matière organique du sol est-elle assimilable? M. Grandeau a placé la dissolution complexe obtenue dans un dialyseur, et il a reconnu que si l'eau intérieure se chargeait bien des matières minérales dissoutes dans la liqueur colorée extérieure, la matière organique elle-même n'avait pas pénétré; de cette expérience le savant professeur de Nancy a tiré cette conclusion, que si la matière organique du sol est utile parce qu'elle est le véhicule de la matière minérale et la présente aux racines des plantes sous une forme assimilable, « la matière organique de l'humus n'est pas absorbée et reste dans le sol ».

J'ai besoin d'appuyer sur l'expérience de M. Grandeau pour vous en faire saisir la portée; Th. Graham a employé, il y a déjà plusieurs années, l'appareil que vous voyez ici et qu'il nomme dialyseur, pour séparer les unes des autres les matières solubles douées de propriétés physiques différentes, telles par exemple que la gomme et le sucre.

Vous savez que la gomme forme des dissolutions mucilagineuses, vous savez qu'elle ne donne pas de cristaux; quand cette dissolution est concentrée, elle présente l'aspect gélatineux. Graham appelle ces sortes de matières des *colloïdes* et il oppose ce nom à celui de *cristalloïdes* qu'il réserve pour les substances capables de cristalliser.

Si on mélange une dissolution de gomme et de sucre, puis, qu'on plonge dans cette dissolution un cylindre de verre dont le fond est formé par un morceau de papier à écrire ordinaire immergé pendant quelques instants dans l'acide sulfurique, puis lavé et séché ; qu'on dépose enfin une couche d'eau sur le papier ainsi préparé qui est désigné sous le nom de *papier parchemin*, on trouve, après quelques jours, que cette membrane a fait une séparation entre les deux matières dissoutes qui baignaient une de ses parois ; tandis que le sucre a pénétré dans le liquide intérieur, la gomme est, au contraire, restée dans le liquide extérieur; le fait est général, les colloïdes ne passent pas au travers du papier parchemin.

Dans l'expérience de M. Grandeau, la matière ulmique n'a pas passé au travers du papier parchemin, elle doit donc être rangée parmi les colloïdes.

M. Grandeau suppose enfin que les radicelles des plantes se conduisent comme le dialyseur, il admet que les matières qui n'ont pas pu passer au travers du papier parchemin ne passeront pas davantage au travers des tissus des radicelles, d'où sa conclusion : les matières ulmiques ne sont pas assimilées directement.

Je ferai à cette manière de voir plusieurs objections : rien ne prouve d'abord que les analogies que veut établir M. Grandeau entre le papier parchemin et les radicelles soient légitimes, et on ne peut pas affirmer que le papier parchemin repoussant une matière dissoute, cette même matière sera également repoussée par la radicelle. On peut d'autant moins l'affirmer que Th. de Saussure, ainsi que je vous l'ai rappelé en commençant cette leçon, avait vu une plante enracinée dans une dissolution d'ulmate de potasse décolorer cette dissolution et augmenter sensiblement son poids, ce qui semble bien indiquer qu'elle s'était emparée de cette matière carbonée.

En outre, il est très important de remarquer que certaines matières considérées à juste titre comme essentiellement colloïdales, la silice notamment, pénètrent en quantité très sensible dans la plante; vous savez, en effet, que sur 100 parties de cendres laissées par les pailles du blé ou du seigle, 70 sont de la silice; or Th. Graham a vu que, malgré son aspect colloïdal, la silice pouvait prendre une forme telle qu'elle pénétrait dans le dialyseur; ainsi une même matière peut affecter des formes diverses qui lui donnent ou lui enlèvent la faculté de se diffuser, et rien ne prouve que ce qui arrive pour la silice n'arrive pas à la matière ulmique.

La matière ulmique préparée par M. Grandeau ne s'est pas diffusée dans le dialyseur, mais ne peut-il exister une autre variété de matière ulmique qui y pénétrerait; enfin, et j'insiste particulièrement sur ce point, est-il bien certain que la matière extraite de la terre au moyen du carbonate d'ammoniaque soit bien la matière préexistante dans le sol?

Il est, au contraire, très probable que la matière dissoute se forme pendant l'opération même et n'est qu'un produit d'oxydation de la substance contenue dans le sol. Messieurs, cette affirmation doit être appuyée par l'expérience; vous avez devant vous deux séries de flacons qui renferment des terres mises en suspension dans de l'eau chargée de carbonate de potasse; dans la première série de flacons barbote un rapide courant d'air, dans la seconde un courant énergique d'acide carbonique; il est clair que si la matière ulmique noire préexiste dans le sol, les deux séries de flacons renfermeront des liquides également colorés. Si, au contraire, la matière noire ne se forme que par oxydation, les flacons qui reçoivent le courant d'air présenteront seuls un liquide fortement coloré, l'eau qui est agitée par l'acide carbonique n'aura qu'une légère teinte ambrée : l'expérience est très nette, les différences sont très marquées.

Évaporons, puis calcinons une petite quantité de la matière dissoute dans les flacons parcourus par l'acide carbonique, nous obtenons bientôt un résidu carboné, d'où nous pouvons conclure que la matière carbonée s'est dissoute, légèrement il est vrai, mais s'est dissoute cependant dans l'alcali sans l'intervention de l'air, et comme la dissolution n'est pas colorée, on en déduit forcément que la matière organique du sol n'est pas celle qu'on désigne habituellement sous le nom de matière ulmique. Ce que les chimistes désignent sous le

nom d'acide ulmique, parce qu'ils l'extraient des terres au moyen des alcalis, est donc un produit artificiel dérivant de la matière ulmique, mais n'est pas cette matière elle-même. De cette expérience, il semble que nous puissions logiquement conclure que, quand bien même la matière ulmique ne serait pas absorbée par les racines, on ne saurait en déduire que les plantes ne bénéficient pas directement, ne s'assimilent pas les matières organiques carbonées que le sol renferme, puisque ces matières, nous le répétons, sont sans doute très différentes de l'acide ulmique des chimistes.

En résumé, messieurs, vous voyez que l'opinion absolue émise par Liebig, adoptée par M. Boussingault et par M. Grandeau, est loin d'être rigoureusement démontrée ; il n'est nullement certain que tous les végétaux puisent exclusivement leur carbone dans l'acide carbonique de l'air, et la théorie contraire qui suppose qu'un certain nombre de plantes à chlorophylle trouvent une partie de leur carbone dans les matières organiques du sol, émise par Th. de Saussure, soutenue par Malaguti, Soubeyran, adoptée par Hugo von Mohl et M. Sachs, s'appuie déjà sur des faits bien constatés.

Au reste, en quoi cette opinion serait-elle contraire à ce que nous savons? Nous connaissons des végétaux inférieurs sans chlorophylle qui ne vivent que de matières organiques, le monde immense des champignons vit ainsi de la matière organique déjà élaborée; à l'autre extrémité de la série végétale, nous voyons des plantes vivant, au contraire, exclusivement de produits saturés d'oxygène qu'ils réduisent : leur aliment n'est plus la matière organique, mais bien l'acide carbonique et l'acide azotique; qu'y a-t-il d'étonnant qu'entre ces deux extrêmes se placent des végétaux intermédiaires, analogues aux parasites, vivant à la fois comme les végétaux parfaits, réduisant comme eux les produits oxygénés et, comme les cryptogames, bénéficiant des matières organiques que le sol renferme ?

Ne m'accusez pas d'avoir dépensé un temps trop long à discuter cette question : elle a une importance capitale pour la pratique agricole que nous devons toujours avoir en vue.

Aujourd'hui le commerce des engrais ne reconnaît de valeur qu'aux matières azotées et aux phosphates, ce sont les seules qui soient recherchées par les cultivateurs et par suite, les seules dont l'extraction et la préparation aient progressé depuis une vingtaine d'années. Si la science enseigne que les matières carbonées contenues dans le sol arable ont une influence manifeste sur la croissance de la plante, si elle parvient à spécifier la nature des matières carbonées absorbées par les végétaux, il n'est pas douteux que cette matière réclamée par les cultivateurs ne soit bientôt mise à leur disposition par le commerce.

Nous verrons, au reste, combien cette idée qu'il faut tenir le plus grand compte de la matière carbonée du sol nous sera utile, quand il nous faudra expliquer comment les engrais salins produisent des effets différents suivant les sols sur lesquels ils sont répandus, suivant les plantes qui les reçoivent.

En terminant notre dernière leçon, nous rappelions que la plante, en emmagasinant la chaleur du soleil, est le grand dépositaire de la force qu'il recèle; les considérations que nous venons de développer aujourd'hui ne diminuent rien de la grandeur du rôle dévolue à la plante dans l'économie générale de l'univers. A l'origine, c'est toujours la cellule à chlorophylle réduisant l'acide carbonique qui élabore la matière organique; d'après les uns, cette matière organique ne peut rentrer dans la circulation végétale qu'après avoir été brûlée de nouveau et avoir retrouvé sa forme primitive d'acide carbonique et d'eau; pour nous, au contraire, la matière organique provenant des végétations antérieures est absorbée, utilisée, assimilée par le végétal sous la forme complexe et encore mal définie qu'on désigne habituellement et probablement à tort sous le nom de matière ulmique.

P.-P. Dehérain.

MÉDECINE

COURS D'HISTOIRE DE LA FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

Histoire du journalisme médical (1679-1880) (1).

IV.

Tels sont, messieurs, le premier journaliste médical et le premier journal de médecine. Le second journaliste a été Jean-Paul de la Roque, originaire d'Albi, rédacteur du fameux *Journal des savants,* qui a commencé en 1665. De la Roque fit paraître : *le Journal de médecine et observations des plus fameux médecins, chirurgiens et naturalistes de l'Europe, tirées des journaux des pays étrangers et des mémoires particuliers envoyés à M. l'abbé de la Roque,* Paris, 1683, in-12. Mais cette feuille n'eut pas le succès des *Nouvelles découvertes* de Blégny, et Claude Brunet reprit véritablement l'œuvre de maître Nicolas en continuant un *Journal de médecine,* édité en 1586, par Daniel Orthemels, un des prédécesseurs de nos libraires médicaux actuels : les Baillière, les Masson, Labbé-Asselin, Delahaye, Savy, etc. La librairie d'Orthemels était placée au bas de la rue de la Harpe. De plus, Claude Brunet rédigea pendant quinze ans (1695-1709) *le Progrès de la médecine, etc.,* par cahiers mensuels, format in-12.

La mort de Claude Brunet porte un coup terrible au journalisme médical français; il reste muet pendant près de cinquante ans dans notre pays.

Il me serait impossible, à moins d'y consacrer plusieurs leçons, de vous faire connaître tous les journaux de médecine français et étrangers qui ont paru successivement. Je puis vous donner leur nombre recueilli par l'infatigable Alexis Dureau, un des bibliothécaires de l'Académie de médecine.

(1) Voir ci-dessus, p. 482.

Le nombre actuel des journaux médicaux à périodicité fixe, est pour :

La France et ses colonies		147
Paris	95	
Départements	52	

Notre pays tient la tête, puis :

La Confédération germanique	133
Grande-Bretagne	69
Autriche	54
Italie	51
Belgique	28
Espagne	26
Russie	26
Hollande	16
Suisse	10
Suède et Norwège	9
Danemark	5
Portugal	4
Principautés danubiennes	4
Turquie	2
Grèce	1
Nombre total pour l'Europe	585

Le nombre des journaux médicaux actuellement publiés est :

Amérique	183
Asie	15
Océanie	2
Le total des deux continents est de	785

Le nombre des journaux médicaux créés depuis 1679 dépasse 2500.

En présence de cette quantité considérable, je dois me borner à vous indiquer quelques prédécesseurs des journaux médicaux modernes, puis je jetterai un coup d'œil sur l'ensemble des publications périodiques actuelles.

Le *Journal de médecine, chirurgie et pharmacie, etc.*, collection de 96 volumes in-12, mensuelle, parut de 1754 à 1794. Bernard, Bertrand, Grasse, Vandermonde, Augustin Roux, Dumangin, Bacher, en ont été les rédacteurs principaux. Après une interruption de sept années, le journal fut repris en 1801 par Corvisart, Leroux et Boyer (octobre 1801 à octobre 1817) ; il comprend 40 volumes in-8°. De 1816 à 1822 et sous le titre de *Nouveau journal de médecine*, Béclard, Chomel, Hippolyte Cloquet, Magendie, Orfila, Rostan, activèrent la publication de 15 volumes in-8°.

Ce journal célèbre renferme la plupart des observations et des mémoires de l'époque, la critique des livres parus, des biographies; il est très remarquable.

Il y a parmi les journaux de médecine des publications importantes, mais dont l'existence devait être limitée à leurs fondateurs; il en est de même pour les œuvres de controverse personnelle, faites pour propager des idées ou pour exposer une pratique spéciale. Ainsi Broussais, dans les *Annales de la médecine physiologique;* Forget, dans les *Transactions médicales;* Beau, dans le *Journal de médecine;* Malgaigne, dans le *Journal de chirurgie* et dans la *Revue médico-chirurgicale de Paris;* Stanislas Laugier, dans le *Bulletin chirurgical;* Magendie, Breschet, Bazin, Gendrin, etc.

La patience la mieux éprouvée ne résisterait pas à l'énumération chronologique des journaux actuels; je vais vous en donner un aperçu en les divisant par catégories. Que de personnes je vais avoir à citer devant vous! Leurs noms appartiennent à l'histoire, et j'ai autant de bonheur à les prononcer qu'à serrer la main vaillante de ces journalistes éminents.

Une première catégorie comprend les publications qui ne paraissent qu'à intervalles assez longs, plusieurs fois dans une année, ou tous les mois, ce qui les distingue des antiques Almanachs ou des Annuaires modernes et ce qui leur donne le cachet du journal périodique. Les anciens Mercures, les Revues, les Annales, les Archives, tels ont été et tels sont encore leurs titres habituels.

Les *Archives générales de médecine,* fondées en 1323 par Étienne Georget et Raige-Delorme, ont eu successivement pour rédacteurs Isidore Valleix et Eugène Follin. Actuellement, après une nombreuse collection de séries, elles prospèrent toujours entre les mains d'un élève et ami d'Armand Trousseau, du professeur de clinique médicale, Charles Lasègue. Son collaborateur, chirurgien de mérite, sera certainement et peut-être bientôt l'un de vos professeurs de pathologie externe : vous nommez tout bas Simon Duplay.

Les *Archives de médecine* contiennent une masse inépuisable de travaux originaux, conçus dans le sens large de l'École de Paris.

Beaucoup d'autres archives et revues, journaux mensuels ou deux et trois fois mensuels, viennent prendre place dans cette catégorie. Vous trouverez une suite d'instructions et de précieux renseignements dans :

Le *Journal de l'anatomie et de la physiologie de l'homme et des animaux,* par le professeur Charles Robin; dans les *Archives de physiologie normale et pathologique,* d'Édouard Brown-Séquard, Charcot et Vulpian; dans les *Archives de tocologie* du professeur Henri Depaul; dans les *Annales de gynécologie* des professeurs Charles Pajot, Courty et Théophile Gallard, etc.

Parcourez aussi le *Journal de médecine et de chirurgie pratiques,* fondé en 1830 par Lucas-Championnière; les *Annales d'hygiène publique et de médecine légale,* signées par Adelon, Devergie, Guérard, Orfila, Chevallier, Delpech, Tardieu, et auxquelles mon cher ami le professeur Paul Brouardel imprimera de plus en plus, soyez-en sûrs, une impulsion vraiment scientifique; la *Revue d'hygiène et de police sanitaire,* d'Émile Vallin.

Et parmi les journaux plus spéciaux : les *Annales médico-psychologiques,* les *Annales de dermatologie et de syphiligraphie* de Doyon; les *Archives d'ophtalmologie;* les *Annales d'oculistique, des maladies de l'oreille et du larynx, d'hydrologie;* les *Annales médico-psychologiques, etc., etc.*

La *Revue mensuelle de médecine et de chirurgie,* et la *Revue trimestrielle des sciences médicales de France et de l'étranger,* du professeur Georges Hayem, vous tiendront au courant de toutes les publications nouvelles.

Je ne fais que vous signaler le *Recueil de mémoires de médecine, de chirurgie et de pharmacie militaire,* rédigé sous la surveillance du Conseil de santé des armées, et les *Archives de médecine navale,* dirigées par Alfred Le Roy de Méricourt.

A l'étranger, les principales revues et archives sont les suivantes : *Archiv für Anatomie und Physiologie; Archiv für die gesammte Physiologie; Deutsche Archiv für Klinische Medicin; Archiv für experimentellen Pathologie und Pharmakologie; Archiv der Heilkunde; Archiv für pathologische Anatomie; etc.; British and foreing medico-chirurgical Review; the Dublin journal of medical science,* devenu *the Quarterly journal; the Edinburgh medical and surgical journal; the Practitionner; the American journal; Boston medical and surgical journal;* les revues et journaux médicaux de *Cincinnati, Indiana, New-York,* etc., etc. Enfin, les publications mensuelles belges, italiennes, espagnoles, portugaises, russes.

Une nouvelle division comprend les journaux paraissant plus d'une fois tous les mois, et environ tous les quinze jours.

Ici vient se placer le *Bulletin général de thérapeutique médicale et chirurgicale,* recueil bi-mensuel qui a rendu et rend tous les jours aux praticiens de grands services. Ce bulletin a été fondé par J.-E.-M. Miquel le 15 juillet 1831; il a été continué en 1838 par E. Debout, puis par Félix Bricheteau. Il est entre les mains des professeurs Apollinaire Bouchardat, Léon Le Fort qui a remplacé Ferdinand Dolbeau et de Carl Potain qui a succédé à Jules Béhier. Le secrétaire de la rédaction est le sympathique Georges Dujardin-Beaumetz.

Le *Journal de thérapeutique* a été publié par le regretté professeur Adolphe Gubler avec la collaboration d'Arthur Bordier et d'Ernest Labbée. La *Revue de thérapeutique médico-chirurgicale* d'Hamon de Fresnoy a fait suite au *Journal des Connaissances médico-chirurgicales.*

Le *Journal d'hygiène et de climatologie* de Pietra Santa s'occupe de toutes les questions relatives à la santé publique : il paraît quatre fois par mois.

L'*Abeille médicale,* revue des journaux et ouvrages de médecine, a été fondée par Comet, ancien rédacteur d'*Hygie*, puis elle a été rédigée par Comet et Antoine Bossu, enfin par ce dernier. Le journal, d'abord bi-mensuel, a paru ensuite trois fois par mois ; il est actuellement hebdomadaire, ce qui me fournit la transition naturelle aux publications de cet ordre.

Nous voici donc en présence des feuilles qui ne paraissent qu'une fois par semaine :

Le célèbre *Journal hebdomadaire de médecine* a succédé au *Journal universel des sciences médicales.* Fondé par J.-B. Regnault, élève de Vicq d'Azir (1816 à 1830) et comprenant 59 volumes. Le journal hebdomadaire a présenté quatre titres différents ; il a eu pour collaborateurs illustres : Andral, Blandin, notre cher ancien, Jean Bouillaud, Henri Roger, Littré, Bégin, Bérard aîné, Jolly, Mélier, Roche, Trousseau, Velpeau, Dubois d'Amiens, et enfin il s'est transformé en *Presse médicale, ancien Journal hebdomadaire,* ayant alors pour rédacteur Amédée Latour.

La *Gazette médicale de Paris* continue la *Gazette de santé* par J.-J. Gardane (56 années in-4°, 1er juillet 1773 à 1829). Paulet, Pinel, Marie de Saint-Ursin, De Montègre, Pillien et autres ont rédigé la *Gazette de santé.* Aucun d'eux n'a eu la personnalité puissante du rédacteur en chef de la *Gazette médicale de Paris,* depuis 1830. Esprit étendu, pénétrant, cherchant plutôt qu'évitant les controverses, ne redoutant pas d'être seul de son avis ; vous avez nommé un des plus vaillants athlètes du journalisme : Jules Guérin.

Je dois donner un souvenir à un ancien rédacteur de la *Gazette médicale de Paris* que l'Institut et l'Académie viennent de perdre, à Louis Peisse, de tant d'esprit et de tant de goût. Je vous recommande ses écrits sur *la médecine et les médecins.* Peisse a été véritablement un Aristarque médical.

La *Gazette médicale* est aujourd'hui sous l'habile direction de Félix de Ranse, mon compatriote et mon ami ; elle continue toujours la publication des comptes rendus et mémoires de la Société de biologie qui a eu pour présidents Pierre Rayer, Claude Bernard et Paul Bert.

La *Revue médicale, historique et philosophique,* fondée en 1820, a eu pour rédacteurs : V. Bally, Bellanger, F. Bérard, Bestrin, Bousquet, Delpech, Desportes, Double, Dunal, Esquirol, Gasc, Giraudy, Jadioux, Prunelle, Cayol, Récamier, Martinet et autres; elle a été entre les mains de Sales Girons, elle est actuellement dans celles d'Édouard Fournié. Ses tendances ont toujours été spiritualistes et elle a reflété les doctrines de l'École de Montpellier.

La *Revue scientifique de la France et de l'étranger,* d'abord *Revue des cours scientifiques* (1863-1871), fondée par Odysse Barot, fait une large place aux sciences de l'enseignement médical et donne plusieurs cours de la Faculté. Elle a été sous la direction d'Émile Alglave, jusqu'en février 1880. Actuellement, elle a pour directeurs Antoine Breguet et Charles Richet.

Le *Journal des Connaissances médicales pratiques,* fondé en juillet 1833, a été rédigé par A. Tavernier, Beaude, Caron du Villars, Le Roy d'Étiolles, Tanchou, Vié, Beaugrand, Caffe. D'abord mensuel, il est aujourd'hui le *Journal hebdomadaire des connaissances médicales pratiques et de pharmacologie* de Victor Cornil et Louis-Victor Galippe.

Le *Paris médical* d'Auguste Fort est actuellement dans les mains de Jean-Eugène Bouchut.

J'arrive à la *Gazette hebdomadaire de médecine et de chirurgie* et je ne puis en dire tout le bien que j'en pense. On l'a accusée d'avoir des « doctrines un peu flottantes ». Erreur, elle n'est liée à aucune opinion exclusive. Fondée depuis octobre 1853, elle suit le progrès sous toutes ses formes ; elle a été un instant le Bulletin de l'enseignement médical.

Son rédacteur en chef, d'abord attaché, avec Auguste Mercier, à l'*Examinateur médical,* puis à la *Gazette médicale de Paris,* donne à la *Gazette hebdomadaire* un reflet du Dictionnaire encyclopédique des sciences médicales, qu'il dirige avec tant de soin et d'éclat. C'est l'excellent Amédée Dechambre.

Et je dois dire que la *Gazette hebdomadaire* a été un nid d'aiglons à forte envergure. Elle a eu pour rédacteurs adjoints : Jules Gavarret, l'éminent et regretté Paul Broca,

Aristide Verneuil, dont vous devez lire et relire la leçon sur les chirurgiens érudits, leçon qui est elle-même un modèle d'érudition; Alfred Vulpian, notre savant doyen ; Jean-Martin Charcot, Germain Sée, Léon Le Fort, Sigismond Jaccoud. Si je vous cite ces noms, ce n'est pas seulement à cause du plaisir que j'ai à les prononcer, c'est pour qu'ils vous servent d'exemple, jeunes hommes d'avenir qui m'écoutez.

Beaucoup de feuilles étrangères ont le type hebdomadaire.

Abordons les journaux qui paraissent plusieurs fois par semaine.

Un seul journal a paru tous les jours, c'est le *Journal général des hôpitaux civils et militaires de Paris, des départements et de l'étranger* (15 août 1828 au 24 août 1829, in-folio).

L'*Expérience, journal de médecine et de chirurgie,* a été publiée tous les cinq jours. Ses rédacteurs ont été Dezeimeris et Littré, puis Henron et Raciborski (1837 à 1844, in-8°).

La *France médicale et pharmaceutique,* fondée par Félix Roubaud en 1854, est entrée en 1874 dans une phase nouvelle, sous la direction de Léon-Eugène Bottentuit, qui s'est efforcé de donner la place la plus importante à la clinique, et je puis vous dire que la *France médicale,* aujourd'hui bi-hebdomadaire, sera au 1er janvier 1881 tri-hebdomadaire, avec réduction de son format de l'in-folio, à l'in-8°. Elle publie les comptes rendus de la Société clinique de Paris, fondée en 1877 par J.-B.-Philippe Barth et le professeur Michel Peter. Son feuilleton a souvent été rempli par les recherches historiques d'Auguste Corlieu.

Dans la catégorie très intéressante des journaux trois fois hebdomadaires viennent prendre place : la *Gazette des hôpitaux* et l'*Union médicale.*

La *Lancette française, Gazette des hôpitaux civils et militaires,* plus connue sous le nom de *Gazette des hôpitaux,* a eu pour fondateur, le 1er novembre 1828, un journaliste de forte trempe, François Fabre, l'auteur de la *Némésis médicale* et qui s'appelait lui-même « un Phocéen ». Le format a été tour à tour in-4°, puis in-folio, il est redevenu in-4°. On compte parmi les rédacteurs : Vidal de Cassis, Marchal de Calvi, Foucart, Jamain, Marcé, Armand Desprès, Eugène Bouchut, Hippolyte Brochin et Victor Révillout. Le Sourd père et son fils Ernest Le Sourd ont constamment reproduit dans leur journal si répandu les leçons des professeurs de la Faculté, de vos maîtres affectionnés : Alfred Richet, Léon Gosselin, Alfred Hardy, Photius Panas, Benjamin Ball, Jules Parrot, Alfred Fournier, etc. Vous y trouverez encore les leçons des médecins et chirurgiens des hôpitaux, tous nommés par le concours, tous si instruits et si dévoués. La *Gazette des hôpitaux* est des mieux informées, elle a souvent la primeur des nouvelles scientifiques.

L'*Union médicale, journal des intérêts scientifiques et pratiques, moraux et professionnels du corps médical,* a paru en 1847. Les fondateurs sont Gustave Richelot père et Aubert Roche. Elle a successivement paru dans les formats in-folio et in-octavo.

Fidèle à son titre, l'*Union médicale* est un des organes les plus estimés du journalisme. Son rédacteur en chef qui a d'abord dirigé l'éphémère *Gazette des médecins praticiens,* qui s'est ensuite caché avec Marchal de Calvi, sous le pseudonyme de Lirac, puis de 1844 à 1846, sous celui de « Jean Raymond » dans la *Gazette des hôpitaux,* est l'aimable et spirituel « Simplice » de sa chère *Union médicale.* Vous avez tous apprécié le charme, la finesse et l'aménité de la critique de Jacques-Amédée Latour.

C'est dans ces journaux paraissant de deux jours l'un, presque quotidiens, que nous trouvons une frappante analogie avec les feuilles du vieux temps, rappelant la nouvelle du jour et les Zeitung, les Zeitschrift, les Tidschrift, les Times étrangers. Aussi comme on l'attend, ce journal, comme on déchire sa bande, comme on déploie son papier fraîchement imprimé ! Vous connaissez, messieurs, cette odeur spéciale et qui plaît tant, ou vous la connaîtrez tous, car vous aurez, chers élèves, une thèse au moins à composer, à soutenir, et des épreuves à corriger. Il vous faudra tôt ou tard vous guider dans des escaliers étroits, au fond de longs couloirs et alors vous vous trouverez en présence des imprimeurs devant leurs casiers ; vous apprécierez ces protes si dévoués et si intelligents. Puissiez-vous y voir encore : Nicolas, de l'*Union médicale,* le gréco-latiniste et polyglotte Joseph Boulmier, de la *Gazette des hôpitaux,* Schmidt de la *Gazette médicale* et de la Société de biologie, qui vous remettront les feuilles humides tirées à la brosse. Votre manuscrit sera transformé dans de nouvelles pages que vous parcourrez avidement.

Pensez aux médecins des campagnes, auxquels appartiennent ce qui nous manque dans nos cités, les grands aspects des monts, les senteurs des bois, les prés verdoyants, et aux médecins militaires dans la caserne ou sous la tente ; pensez encore à nos chers confrères de la marine, à leur bord. Comme ils prennent d'une main amie ce journal qui leur arrive et qui les relie avec Paris absent !

Le temps me presse et je ne puis vous parler des journaux de nos départements. Sachez qu'ils vous seront utiles et que vous ne devez point les négliger. Les Facultés de Montpellier et de Nancy, celles plus nouvelles de Lyon, Lille, Bordeaux, et les Écoles secondaires ont toutes des feuilles médicales estimées. Je regrette de ne pouvoir vous en donner une idée plus complète. Mais ici, je puis dire comme le grand poète dans *Hernani :*

J'en passe et des meilleurs...

V.

Je veux enfin vous parler d'une dernière catégorie et ce n'est pas la moins curieuse. Elle comprend les journaux hebdomadaires, ou non, qui, par leurs allures, leurs tendances, la vivacité de leur critique, se rapprochent de la presse politique. Ce sont les pionniers scientifiques, les éclaireurs de l'avant-garde. Ils ont la sève exubérante, l'active jeunesse. Point de question brûlante qu'ils n'abordent avec prédilection, de sujet scabreux qu'ils ne dissèquent jusqu'à l'os, de fruit vert qu'ils n'ouvrent pour en connaître la saveur. Gare à leurs piqûres, elles pénètrent dans le derme, je puis en parler, je les ai ressenties ; mais soyez sans crainte, elles ne sont jamais envenimées.

Ces journalistes ont eu pour prédécesseurs Broussais, Magendie, Beau, Malgaigne et le *Moniteur des hôpitaux, journal de la médecine et de la chirurgie pratiques* fondé en 1852 (in-4°) par Henri de Castelnau. Vous y trouverez les comptes rendus des cours de Claude Bernard, rédigés par un de mes prédécesseurs dans cette chaire, mon regretté ami Paul Lorain.

La *Tribune médicale,* fondée par Marchal de Calvi, prospère entre les mains de Vincent Laborde et de sa jeune phalange, d'Odilon Lannelongue, de Jean-Baptiste Duguet, etc.

Le *Progrès médical* de Désiré Bourneville peut clore cette liste abrégée. C'est aux nouveaux, aux ardents que s'adresse surtout le *Progrès médical,* rapportant toutes les séances des jeunes sociétés, discutant très vivement les questions du jour. Et qui donc pourrait s'en plaindre? Et qui donc, parmi nous, voudrait l'empêcher; qui chercherait à entraver aujourd'hui l'expression de la pensée humaine? Personne, je l'espère. Ne redoutez pas les audaces extrêmes du langage scientifique : ce qui est violent ne dure pas, la compensation s'établit; après l'excès, il reste souvent un coin du voile déchiré, derrière la vivacité regrettable de la forme est un fond de justice. Faut-il cependant encourager la polémique violente? Je ne le pense pas et voici ce qui m'est arrivé à cet égard, il y a plus de quinze ans. Me trouvant en Allemagne, au delà de Berlin, à Stettin en Poméranie, dans un congrès de médecins et de « Naturforschers », après des discussions où les personnalités avaient été mises en jeu et les attaques passionnées, j'exprimai le désir formel que la polémique perdît ce caractère irritant, inutilement agressif. Ce que j'avais dit à Stettin m'est revenu par Londres; mes paroles avaient trouvé un écho et un journal *The Entomologist's Monthly Magazine* les prit pour épigraphe. Vous éprouverez l'étonnement mêlé de satisfaction que j'ai éprouvé en les lisant pour la première fois : « J'engage les auteurs à éviter dans leurs écrits toute personnalité, toute allusion dépassant les limites de la discussion la plus sincère et la plus courtoise. — Laboulbène. » Elles sont toujours les mêmes sur chaque numéro des seize volumes parus. J'ai donc le droit de vous redire ici : Liberté entière de discussion, mais sincère et courtoise, ayant alors pour seules limites le respect des autres et de soi-même.

Oui, la presse, qui, comme le torrent, grossit par la résistance, doit avoir un libre cours, et dans sa marche toujours progressive, elle abordera des terres inconnues, elle découvrira de nouveaux horizons. Ne craignez pas qu'elle n'envisage parfois qu'un côté restreint des choses médicales, elle arrivera à les embrasser tout entières et à les connaître. Dans sa recherche de l'utile, elle approchera de plus en plus du vrai, de la vérité. Et à ce sujet, laissez-moi vous retracer la comparaison d'un profond penseur qui s'exprime à peu près en ces termes :

La vérité, dit-il, me représente le poteau indicateur des routes, placé au milieu du carrefour d'une grande forêt. Si vous demandez à un voyageur, qui passe venant du sud, ce qu'indique le poteau, il vous répondra que c'est le nord, car il a souvent parcouru la route en vérifiant l'inscription et il ne s'est jamais trompé. Un autre, arrivant en sens inve vous dira que le poteau indique sûrement le midi, car il toujours consulté et il ne s'est point égaré dans sa route. ainsi pour ceux qui traversent la forêt allant vers l'orient vers le couchant. Ces gens-là connaissent-ils toutes les in cations que comprend le poteau? Non, car il ne faut point borner à regarder une des faces, il faut en faire le tour. Ma ajoute le penseur, combien peu qui puissent ou qui sache faire le tour du poteau de la vérité!

Ce que ne peuvent quelques hommes isolés, l'ensemble de écrivains doit l'accomplir. Chaque journal, suivant ses te dances, considère une des faces du poteau, tous les journau réunis arriveront à posséder l'ensemble. C'est dans la presse médicale que nos lointains successeurs verront à quel poin notre époque s'est approchée de la vérité et *quel chemin* nous avons parcouru pour faire le tour du poteau.

Aussi, messieurs, aimez, encouragez cette presse médicale. Pensez, méditez, écrivez; quand vous aurez observé un fait nouveau, quand vous serez en possession d'une idée neuve, soyez journalistes, ne fût-ce qu'une fois, ne fût-ce qu'un jour. Et, après avoir appris, par cette ébauche historique, l'origine de la *Gazette,* ainsi que celle de nos journaux scientifiques, leur indispensable utilité, leur grand rôle dans la société moderne, répétez avec moi : Honneur au journalisme médical!

ZOOLOGIE

M. PH. GAUCKLER

Les poissons d'eau douce et la pisciculture (1).

La pisciculture, ou l'art d'élever des poissons, a été pratiquée dès la plus haute antiquité. Plus de deux mille ans avant notre ère, il existait en Chine des lois qui déterminaient les époques auxquelles on pouvait récolter les œufs de poissons, dans le but de les faire éclore. A cette époque reculée, on appliquait déjà les procédés de la pisciculture artificielle telle qu'elle se pratique encore aujourd'hui dans ce pays.

Des étangs naturels et artificiels étaient exploités de tout temps aux Indes, en Perse, en Judée et en Égypte. La Grèce seule semble avoir fait exception, grâce à ses conditions géographiques. Selon le droit romain, la pêche des rivières était publique, et l'on ne pouvait assurer l'approvisionnement régulier des marchés et de la table des citoyens, qu'à la condition de parquer dans des viviers le poisson vivant pris dans les cours d'eau. Cela explique pourquoi les rustiques descendants de Romulus, qui aimaient l'abondance en tout genre, non contents d'établir des viviers auprès de la plupart de

(1) Cet article est emprunté à l'introduction d'un nouveau volume que va publier la librairie Germer Baillière : *les Poissons d'eau douce et la Pisciculture,* par Ph. Gauckler, ingénieur en chef des ponts et chaussées.

leurs métairies, peuplaient des lacs naturels en y jetant de la semence de poissons de mer. C'est ainsi que les lacs Vélin, Sabatin, Vulsinien et Cirnin ont fini par produire en abondance des loups, des dorades et toutes les autres espèces de poissons de mer qui ont pu s'accoutumer à l'eau douce.

Plus tard, des réservoirs d'eau salée furent établis avec un faste inouï. Lucullus, qui possédait une villa à Tusculum, sur les bords du golfe de Naples, fit percer une montagne et construire un canal pour conduire l'eau de mer dans ses viviers, afin d'y élever des poissons. A Baïa, il autorisa son architecte à dépenser toute sa fortune, s'il parvenait à alimenter régulièrement d'eau de mer une piscine qu'il y possédait. Le revenu de ces bassins d'élevage artificiel était très élevé. C. Hirrius, qui, le premier, établit des réservoirs à murènes pour son propre usage, en retirait une rente annuelle de 120 000 francs. Un poisson coûtait autant qu'un esclave cuisinier, et ce dernier avait trois fois la valeur d'un cheval. A une certaine époque, les mules étaient recherchées au point qu'Asinius Celer, ancien consul, en paya une au prix de 860 francs. Sous Caligula, une mule de 2500 grammes fut payée 1500 francs par Octavius.

La récolte des œufs de poissons dans le but de les faire servir à la reproduction, pratiquée par les Chinois et les Romains, paraît avoir été abandonnée après l'invasion des barbares et être tombée en oubli jusqu'au XIVe siècle. Dom Pinchon, moine de l'abbaye de Réome, aujourd'hui Moutiers-Saint-Jean (Côte-d'Or), « employait des boîtes longues, en bois, fermées aux deux extrémités par un grillage en osier. Sur le fond de bois, il formait un lit de sable fin, et imitant la truite qui creuse un peu le gravier avant d'y déposer ses œufs, il préparait une légère excavation dans la couche de sable, pour déposer les œufs qu'il avait préalablement fait féconder. Il les plaçait dans un lieu où l'eau était faiblement courante, et attendait l'éclosion, qui, à son dire, s'opérait après vingt jours, et, pour tous les œufs, dans le mois à peu près. »

Comme la durée de l'incubation indiquée est très inférieure à celle qui est nécessaire, il est probable que ce moine se bornait à récolter des œufs de truite déposés dans les frayères naturelles, pour les soustraire aux chances de destruction qu'ils couraient dans les rivières.

Le procédé chinois, consistant à établir des frayères artificielles pour récolter des œufs adhérents, au moyen de branches d'arbres feuillus ou de bouquets d'herbes aquatiques, a été pratiqué depuis un temps immémorial en Europe et principalement dans certains étangs de Bohême. Un magistrat suédois nommé Lund, de Linkœping, en a fait usage avec succès, en 1761, après avoir remarqué que les œufs de poissons qui, par hasard, s'étaient collés contre des branches de genévrier, prospéraient mieux que ceux qui étaient tombés à terre. En Allemagne, depuis longtemps, on favorise la reproduction des loches par des moyens artificiels.

Les grandes guerres qui désolèrent l'Europe pendant le XVIIIe siècle firent tomber en oubli les procédés nouvellement découverts, et ce n'est qu'à partir de 1815 qu'il se produisit en Allemagne quelques faits pratiques qui semblent se rattacher aux publications de Jacobi, mais qui ne reçurent pas de publicité à cette époque.

En 1834, l'Italien Mauro Rusconi multiplia avec succès le brochet, la tanche, l'able et la perche dans le lac de Côme, pendant que MM. Agassiz et Vogt, à Genève, entreprirent leurs travaux d'embryologie des salmonides, dans le but de multiplier dans le lac de Neufchâtel la palée, nom local de la fera.

De 1833 à 1839, M. John Schaw de Drumlarig recourut à la pisciculture artificielle pour augmenter le produit de la pêche des saumons dans la rivière de la Nith, en Écosse. Lord Gray l'imita en 1838 sur la rivière de la Tay, et quelques autres personnages suivirent cet exemple en 1841.

En 1842, Joseph Remy, pêcheur à la Bresse, village situé dans les Vosges, près des sources de la Moselotte, fit ses premiers essais pour multiplier artificiellement les poissons, après avoir retrouvé, à force de patientes observations, les procédés publiés déjà par Jacobi quatre-vingts ans auparavant.

C'est en 1850 que M. Coste, professeur d'embryogénie au Collège de France, dont la vive imagination avait saisi l'importance de cette découverte, s'en empara et la fit sienne. Le 14 mars 1852, le *Moniteur universel* publia le rapport qu'il adressa à l'Académie des sciences. A son intervention, Remy fut récompensé, et l'établissement de pisciculture de Lœchlebrunn, créé sur un bras du Rhin par l'initiative de MM. Berthot et Dentzem, ingénieurs des ponts et chaussées, fut agrandi et remplacé plus tard à Bartenheim par l'établissement dit de Huningue.

Les publications enthousiastes de M. Coste, corroborées par les travaux de M. de Quatrefages et de divers membres distingués de la Société d'acclimatation, déterminèrent quelques personnes à se livrer en France aux pratiques de la pisciculture artificielle. Elles furent encouragées par les distributions gratuites d'œufs et d'alevins, que l'établissement de Huningue, placé dans les attributions du service des travaux du Rhin, prodiguait largement à tous les demandeurs français et étrangers. Pendant les dernières années de l'administration française, le chiffre des distributions s'est élevé à vingt millions par an, uniquement pour les espèces qui se rattachent à la famille des salmonides.

En Angleterre, l'esprit industriel transforma les pratiques de la nouvelle science en spéculation commerciale. Des associations se formèrent pour établir des manufactures de poissons, et les propriétaires des pêches cherchèrent à en développer artificiellement le produit. Dès 1854, MM. Ashworth placèrent 260 000 saumoneaux dans la rivière de Longhcorrib (Irlande). Un établissement particulier fut élevé près de Perth, sur le modèle de celui de Huningue, par les propriétaires de la pêche de la Tay. Enfin la Grande-Bretagne multiplia dans toutes ses rivières à saumons les échelles à poissons inventées par l'Irlandais Cooper, de Mackree-Castle.

La Hollande, avec ses nombreux cours d'eau, ne pouvait pas ne pas participer au mouvement, et d'importants établissements pour la production artificielle du saumon furent créés sous l'habile direction de M. de Bont. En Belgique et en

Suisse, les publications françaises eurent leur retentissement. Le jardin zoologique de Gand et celui de la Société d'horticulture de Bruxelles fournirent des bassins pour les essais ; en Suisse, sur le lac de Genève, à Lausanne, et à Meilen, sur le lac de Zurich, on se livra sur une grande échelle à des pratiques de repeuplement artificiel. Puis enfin, vinrent l'Autriche, l'Italie, l'Allemagne et la Suède, sans qu'on puisse dire aujourd'hui qu'aucun de ces pays ait contribué d'une manière sensible au progrès de la science.

L'Amérique seule, avec son initiative puissante, a obtenu des résultats pratiques au moyen de procédés et de perfectionnements nouveaux. Qu'il nous suffise de citer les travaux de Baird, de Livingston Stone, d'Ainsworth, de Seth Green, de Collins, de Mather, etc. Elle a fait descendre la science du domaine de la spéculation, où trop longtemps elle a été maintenue chez nous, dans celui des faits palpables et des résultats rémunérateurs.

FACULTÉ DES SCIENCES DE PARIS

THÈSE POUR LE DOCTORAT

M. PAUCHON

Recherches sur le rôle de la lumière dans la germination.

La thèse de M. *Pauchon* comprend deux parties : une partie historique très développée, et une autre où les expériences personnelles de l'auteur sont exposées. C'est de cette dernière seulement que nous nous occuperons. Nous nous contenterons de dire, pour la partie historique et critique, qu'elle comprend les expériences des anciens auteurs (*Ingenhousz, de Saussure, de Candolle,* etc.) et les expériences plus récentes de *Barry, Flahault, Pringsheim* (voyez la *Revue scientifique* du 21 février 1880, p. 804), etc.

Dans un premier chapitre, l'auteur s'efforce d'éliminer les causes d'erreurs qui troubleraient les résultats de ses expériences. Il est possible de tenir compte du poids de la graine et de son influence sur la rapidité plus ou moins grande de la germination. On admet, en général, que les graines les plus légères sont celles qui se développent avec le plus de rapidité; mais cette loi n'est rien moins que certaine. Peut-être y a-t-il dans différentes graines d'une même espèce des différences individuelles impossibles à prévoir. Aussi la seule méthode — et cela est vrai assurément pour la physiologie végétale, comme pour la physiologie animale — est de faire des expériences rigoureusement comparatives de manière à éliminer, autant que faire se peut, toutes les causes d'erreurs. Il faut choisir, pour une même expérience, des semences issues du même pied, du même fruit, et qui sont sensiblement égales par le poids et par le volume. — Une autre cause d'erreurs, c'est la différence de chaleur ; on ne peut comparer deux germinations que si la chaleur est identique ; malheureusement, ainsi qu'on le conçoit sans peine, il est presque impossible de réaliser cette condition vu que, pour éclai une graine, on est forcé de la mettre au soleil et, par con quent, à une température élevée.

Ces réserves faites avec beaucoup de bonne foi, M. Pa chon donne les conclusions suivantes : 1° dans vingt-de expériences la priorité de germination s'est produite à la lu mière, dans vingt-six expériences dans l'obscurité ; 2° cin fois il y a eu un double résultat favorable à la lumière, pou la même espèce; huit fois, ce double résultat s'est manifest pour les lots placés à l'obscurité ; 3° quatorze fois, la même espèce a donné des résultats mixtes favorables tantôt à la lumière et tantôt à l'obscurité.

En présence de résultats si peu encourageants, M. Pauchon a cherché une autre méthode pour mesurer l'activité de la germination que l'examen de l'embryon et son développement apparent, et il a eu recours à la méthode chimique, soit au dosage de l'oxygène absorbé et de l'acide carbonique produit. Nous n'insisterons ici ni sur les procédés techniques, ni sur les expériences particulières, mais seulement sur les conclusions générales qui en découlent.

La lumière exerce une influence accélératrice plus ou moins accentuée, mais constante, sur l'absorption de l'oxygène par les graines en état de germination. Quelquefois c'est le double qui a été consommé par la graine exposée à la lumière comparativement à la graine laissée dans l'ombre. Il existe un rapport entre le degré de l'éclairement et la quantité de l'oxygène absorbé. A la lumière diffuse, l'influence accélératrice se manifeste d'une manière très prononcée, quand le ciel est très pur et la radiation solaire très *énergique*. L'influence d'un ciel nuageux, pendant douze heures, se fait toujours sentir sur la marche de l'absorption de l'oxygène. L'influence accélératrice exercée sur les graines éclairées pendant le jour ne s'arrête pas pendant la nuit, et, alors, ce qui ne laisse pas d'être fort surprenant, elle continue pendant la nuit de se produire avec une intensité égale, comme si l'énergie lumineuse avait été s'emmagasiner pendant le jour dans l'intérieur de la graine. Il semble que la chaleur diminue l'importance de l'influence lumineuse, de sorte qu'en été l'action de la lumière jouerait un rôle moins considérable qu'en hiver. M. Pauchon a aussi noté ce fait, déjà connu, mais important à constater encore, que l'oxygène absorbé augmente avec la température extérieure.

Quant à ce qui concerne l'excrétion de l'acide carbonique, il y a une certaine différence suivant l'espèce végétale à laquelle on a recours; ainsi les graines de ricin excrètent plus d'acide carbonique à l'obscurité, tandis que les graines de haricot en excrètent moins. En comparant le rapport $\frac{CO^2}{O}$ dans une même expérience, à la lumière et à l'obscurité, on voit qu'il y a toujours une différence de près d'un quart dans la valeur de ce rapport en faveur de l'obscurité; ou, en d'autres termes, pour une même quantité d'oxygène absorbé la graine placée à l'obscurité exhale plus d'acide carbonique que la graine maintenue à la lumière. A la lumière, l'acide carbonique dégagé est toujours en moindre quantité que l'oxygène absorbé, tandis qu'à l'obscurité le chiffre de l'acide carbonique

peut dépasser celui de l'oxygène. Il est très probable qu'une fraction de l'oxygène disparu, qu'on ne retrouve pas à l'état d'acide carbonique, a été fixée par des principes albuminoïdes au moment où ils forment de l'asparagine, substance qui se produit vraisemblablement dans la plupart des graines en voie de germination. Ainsi les graines des plantes sauvages qui germent à la lumière sont, toutes circonstances égales d'ailleurs, mieux partagées que les semences des plantes cultivées et possèdent vraisemblablement une plus grande activité germinative.

M. Pauchon a aussi étudié, et c'est presque la seule partie bien originale de sa thèse, l'influence de la couleur du segment de la graine, ou spermoderme, sur la germination. L'issue de la radicule a été presque toujours plus hâtive pour les graines blanches que pour les graines violet noir, plus rapide chez les graines jaunes que chez les graines violettes ou noires. Bien que les graines blanches germent plus rapidement, la quantité d'oxygène absorbé a été moins grande que pour les graines violettes. Quelle que soit la difficulté de donner une conclusion générale de faits particuliers et assez dissemblables, on peut admettre que pour atteindre le même développement apparent (rupture du spermoderme ou issue de la radicule) une graine noire ou violette absorbe plus d'oxygène qu'une graine blanche ou jaune, bien que l'on constate chez ces dernières une évolution germinative plus rapide. Les graines noires excrètent moins d'acide carbonique. En somme, le rapport $\frac{CO^2}{O}$ tend vers l'unité pour les graines blanches (de 0,644 à 0,914) tandis que pour les graines noires il ne dépasse guère une demie (de 0,311 à 0,565).

La conclusion générale du consciencieux travail de M. Pauchon est que la lumière et la chaleur agissent d'une manière identique sur la respiration des semences qui germent. L'une et l'autre force activent l'absorption de l'oxygène et la rapidité de la croissance. Peut-être cette loi s'applique-t-elle aussi aux cryptogames, et n'y a-t-il pas lieu, comme on a essayé de le faire, de regarder l'obscurité comme une condition favorable au développement de la graine de certaines plantes.

BULLETIN DES SOCIÉTÉS SAVANTES

Académie des sciences de Paris

SÉANCE DU 22 NOVEMBRE 1880.

M. *G.-B. Airy* communique les observations méridiennes des petites planètes, faites à l'observatoire de Greenwich, et M. *Mouchez* celles faites à l'Observatoire de Paris pendant le troisième trimestre de l'année 1880.

— M. *Boussingault* rappelle que le massif du littoral du Venezuela est constitué par le granit et le gneiss; on y connait plusieurs sources thermales, dont les plus importantes par leur température sont celles d'Onoto, de Mariara, près de la ville de Maracay, et de Las Trincheras, située à peu de distance de Valencia.

Les sources de Las Trincheras forment un ruisseau de 5 à 6 mètres de largeur, sur une profondeur de 0m,50; c'est le rio de Aguas Calientes. L'eau chaude jaillit à une cinquantaine de mètres au-dessus du ravin, de deux cavités ouvertes dans le granit et du fond desquelles, de temps en temps, sortent des bulles d'azote. Dans l'un des bassins la température est 92°,2, dans l'autre 97°. Après les sources d'Urijino, au Japon, qu'on assure débiter de l'eau pure à 100°, les sources de Las Trincheras seraient les plus chaudes du monde.

L'eau est douée d'une odeur très prononcée d'acide sulfhydrique, qu'elle conserve quand elle est refroidie en vase clos, mais qu'elle perd en se refroidissant à l'air libre; ainsi refroidie, elle est sans saveur; les réactifs y accusent de faibles proportions de chlorures et de sulfates; en l'évaporant, on en retire un résidu de silice à réaction alcaline.

— M. *de Lesseps* donne communication d'une lettre de M. Wiener, vice-consul de France à Guayaquil, qui vient de traverser en sept mois l'Amérique méridionale dans sa plus grande largeur, de Quito au Para. Le courageux voyageur a descendu un des affluents les plus importants de l'Amazone, le Napo, cette grande rivière découverte il y a trois siècles et demi par Gonzallo Pizarre et qui sert de limite entre l'Équateur et la Colombie. C'est de ses bords que partit Orellana pour aller vers la mer, ce qui amena la découverte de l'Amazone. M. Wiener a refait le même voyage, mais avec toute la précision que comporte notre époque : il a relevé et sondé le Napo, reconnu maintenant navigable sur un millier de milles à partir de son confluent, et il a complété ainsi l'étude d'un itinéraire fort important pour l'avenir entre Manabi et Peroaté.

« Au point de vue commercial, écrit M. Wiener, j'ai parcouru une grande et belle voie que la nature a tracée à travers cet immense continent.

« Au point de vue colonisateur, je pourrai fournir, sur une région plus grande que la France, des renseignements précis, et, dès maintenant, je puis dire que cette région mérite mieux que le rôle d'un pays de transit. C'est un terrain fécond, sous un climat doux, qui ne demande qu'à être travaillé pour rendre mille fois la semence qu'on lui confie; et quelle semence! Les exploitations agricoles les plus rémunératrices peuvent y être tentées avec plein succès : le sucre, le café, le cacao, le caoutchouc, etc. »

— M. *P. de Lafitte* revendique comme lui appartenant l'idée de la distribution des trous sur le terrain dans les traitements par le sulfure de carbone des vignes phylloxérées.

A côté des avantages de cette méthode, on ne voit encore à signaler qu'un inconvénient, tenant à ce fait, découvert par M. Boiteau, que le sulfure de carbone exerce une action fâcheuse sur les racines dans un rayon de 0m,10 autour de la dose toxique.

— M. *H. Poincarré*. Sur la réduction simultanée d'une forme quadratique et d'une forme linéaire.

— M. *A. Gaillot*. Sur les tables du mouvement de Saturne de M. Le Verrier.

— M. *Laguerre*. Sur une propriété des polynômes X*n* de Legendre.

— M. *A. Angot* a calculé des tables nouvelles pour calculer les hauteurs au moyen des observations barométriques. Nous aurons l'occasion d'y revenir dans le prochain numéro de la *Revue*.

— M. *Eug. Demarçay* a entrepris d'étudier le sulfure d'a-

zote et a remarqué qu'il agissait aisément sur toute une série de chlorures ($SOCl^2$, SO^2Cl^2, $TiCl^4$, $SnCl^4$, $SiCl^4$, $PhCl^3$, $PhCl^5$, $PhCl^3S$, $AsCl^3$), avec production d'un ou de plusieurs dérivés. Ces faits l'ont engagé, avant de continuer leur examen, à étudier d'abord l'action du chlore. C'est là l'objet de cette note.

Le sulfure d'azote, baigné de deux à trois fois son volume de chloroforme (pour éviter la température trop élevée résultant d'une réaction directe) et traité par un courant de chlore, se dissout peu à peu avec dégagement de chaleur. La liqueur, d'abord rouge orangé, puis d'un vert olive presque noir quand la température s'est notablement élevée, prend une couleur rouge brun quand l'opération est terminée. Il se dépose, par refroidissement, de magnifiques cristaux de la combinaison $SAzCl$. L'eau mère, colorée en brun, est décantée, et les cristaux sont séchés dans un courant d'air sec à la température ordinaire. Les eaux mères, évaporées de même dans un courant d'air bien sec, à température peu élevée, abandonnent des cristaux qu'on peut obtenir plus volumineux par dissolution dans un peu de chloroforme chaud et refroidissement. Ce composé s'obtient ainsi à l'état de pureté. Il forme des prismes d'un jaune de soufre pâle, qui atteignent facilement plus de $0^m,01$ de côté sur des masses de 2 grammes à 3 grammes. Ils sont fort brillants à l'abri de l'air; l'humidité les ternit, les noircit ensuite, puis les détruit totalement.

La chaleur les décompose en azote et chlorure de soufre; $2AzSCl = Az^2 + S^2Cl^2$. Cette décomposition n'est pas complète, à moins de températures élevées (140° par exemple), le chlorure de soufre se combinant au chlorazoture pour donner des composés stables. A la température ordinaire, cette décomposition se fait déjà dans les solutions chloroformiques qui contiennent des cristaux. Au bout de deux mois et demi (mi-août, septembre et octobre), sur un échantillon de 2 grammes environ, elle continuait encore. Le liquide contenait des cristaux du chlorure double. A l'état sec, à température ordinaire, il ne paraît s'altérer que plus lentement encore. A 100°, au contraire, la destruction est rapide; il fond immédiatement, dégage de l'azote et un peu de chlore. Chauffé brusquement dans un tube sur une lampe, il bout, puis détone faiblement avec une flamme bleuâtre. Il distille en petite quantité avec les vapeurs de chloroforme, ce qui indique une certaine volatilité à cette température.

La coloration foncée observée dans la préparation du chlorure précédent est due à la formation d'un second chlorure qu'on ne peut néanmoins obtenir pur par cette voie. Il vaut mieux dissoudre le chlorure déjà décrit dans du chloroforme et ajouter à la solution le double du sulfure d'azote qu'elle contient déjà en combinaison. Il se dissout aisément à chaud si le dissolvant est en quantité suffisante, et le nouveau chlorure $(SAz)^3Cl$ se dépose par refroidissement en aiguilles parfois fort longues, d'un beau rouge de cuivre. Ce corps est bien moins soluble dans le chloroforme que le précédent. On décante l'eau mère, on comprime rapidement les aiguilles dans du papier buvard et on les introduit dans un tube, où l'on achève de les sécher par un courant d'air sec. Ce composé devient noir dès qu'on l'expose à la moindre humidité; en opérant rapidement, l'altération reste superficielle et la coloration disparaît spontanément. Il résiste à la chaleur mieux que le précédent. A la température ordinaire, il m'a paru stable. Il se décompose avec une faible explosion quand on le chauffe à feu nu. Il possède une odeur piquante, qui rappelle à la fois la moutarde et le chlorure de soufre.

— M. *A. Terreil,* en faisant des recherches sur les matières colorantes rouges des végétaux, a découvert dans les fruits du *Phytolacca Kœmpferi* un nouvel acide organique, qui existe dans cette plante à l'état de sel de potasse, et auquel il donne le nom d'*acide phytolaccique,* pour rappeler son origine. Les fruits du *Phytolacca decandra* contiennent également cet acide, mais en moins grandes proportions.

L'auteur extrait l'acide phytolaccique de la manière suivante : il broie les baies du *Phytolacca* avec de l'alcool à 40° ou à 50°, il décante le liquide et exprime le résidu dans un linge; il filtre le liquide obtenu, l'évapore à une douce chaleur, jusqu'à consistance d'extrait presque sec; puis il reprend cet extrait par de l'alcool à 90°, en malaxant fortement la masse gommeuse insoluble qui enveloppe le phytolaccate acide de potasse qu'elle renferme. Ce sel, qui est très soluble dans l'alcool concentré, se dissout en même temps que des principes sucrés et une petite quantité de matière colorante.

On filtre l'extrait alcoolique, on chasse ensuite l'alcool par la chaleur et on redissout l'extrait sirupeux dans l'eau. C'est dans cette dernière dissolution, qui rougit fortement le papier de tournesol, que l'on peut constater la présence du nouvel acide, en observant la réaction suivante, qui est caractéristique. En effet, en ajoutant de l'acide chlorhydrique à cette dissolution, il ne s'est rien produit à froid; mais, en chauffant, tout le liquide se prend en une gelée assez consistante pour ne pas couler quand on renversait le tube dans lequel on faisait l'essai.

Enfin, pour isoler l'acide phytolaccique de la dissolution dont il s'agit, on verse d'abord quelques gouttes d'acétate neutre de plomb, lequel n'a aucune action sur le phytolaccate acide de potasse, mais qui précipite la matière colorante; puis, dans la liqueur filtrée, on ajoute du sous-acétate de plomb qui précipite l'acide phytolaccique. Après avoir lavé le phytolaccate de plomb, on le décompose par l'hydrogène sulfuré en présence de l'eau; puis, après filtration pour séparer le sulfure de plomb, le liquide est évaporé à sec.

L'acide phytolaccique libre ne précipite ni l'azotate d'argent, ni le chlorure de baryum, ni les sels de chaux; à l'ébullition, il réduit cependant le sel d'argent.

— M. *Gréhant,* en poursuivant ses recherches sur l'absorption de l'oxyde de carbone par l'organisme vivant, a été conduit à déterminer exactement dans quelle proportion minimum l'oxyde de carbone doit se trouver dans l'air pour produire la mort de différents animaux.

« Je compose d'abord, dit-il, dans un grand ballon de caoutchouc, un mélange homogène de $199^{lit},5$ d'air mesurés avec un compteur à gaz et de 500 centimètres cubes d'oxyde de carbone pur; un chien du poids de $7^{kg},35$ est astreint à respirer ce mélange à 1/400, à l'aide d'une muselière de caoutchouc et de soupapes de Muller à eau; l'expérience dure cinquante-six minutes; l'animal, détaché, reste couché quelques instants, mais bientôt il se relève et se met à marcher; une goutte de sang, examinée au spectroscope, montre la persistance des bandes d'absorption de l'hémoglobine oxycarbonée.

« Le lendemain, vingt-quatre heures après, on fait respirer au même animal 200 litres d'un mélange à 1/350; l'expérience dure quarante-cinq minutes; l'animal reste couché et ne peut se relever qu'au bout de quelques minutes; vingt-

quatre heures après, on emploie un mélange à 1/300; au bout de cinquante minutes, les mouvements respiratoires s'arrêtent; l'animal meurt sans la moindre agitation; il a respiré 146 litres du mélange; 100 centimètres cubes de sang pris dans la veine cave inférieure ne peuvent plus absorber que 6^{cc}, 8 d'oxygène, ce qui montre que l'hémoglobine est en grande partie oxycarbonée; ainsi, chez ce chien, la dose toxique exacte fut égale à 1/300.

« Chez un autre animal de la même espèce et de la même portée, une série d'expériences semblables a donné le chiffre différent 1/250.

« De semblables différences suffisent pour expliquer que, si deux personnes se trouvent dans une atmosphère rendue toxique par l'oxyde de carbone, l'une peut mourir et l'autre peut survivre à l'action du poison, ce que l'observation a permis de constater bien souvent. »

« J'ai fait, chez un lapin, une série d'expériences tout à fait semblables en prenant 50 litres d'air au lieu de 200 litres et en essayant successivement, 1/500, 1/400, 1/300, 1/200, 1/100 d'oxyde de carbone; j'ai été très surpris de voir qu'un mélange à 1 pour 100 ne tue pas cet animal; un mélange contenant 1/70 a été respiré en quarante-huit minutes; l'animal détaché reste couché sur le flanc, mais se relève au bout de quelques minutes; enfin un mélange à 1/60 a déterminé l'arrêt des mouvements respiratoires et des mouvements du cœur.

« Chez un moineau une série d'expériences m'a donné pour la dose toxique la plus petite 1/500, l'oiseau est mort au bout d'une heure quarante et une minutes.

« Il y a donc, on le voit, de grandes différences d'une espèce animale à une autre et les nombres que j'ai obtenus peuvent servir, outre l'intérêt qu'ils présentent au point de vue physiologique, à instituer avec des animaux la recherche de l'oxyde de carbone produit par divers appareils de chauffage.

« J'ai publié déjà des expériences que j'ai faites sur un poêle sans tuyau et j'ai reconnu que la combustion de 2 kilogrammes de charbon de bois dans cet appareil, au milieu d'une chambre dont la capacité est égale à 45 mètres cubes, a empoisonné un chien partiellement, de sorte que le pouvoir absorbant du sang normal pour l'oxygène étant 23,2, le sang après deux heures et demie ne pouvait plus absorber que 12^{cc},4 d'oxygène; 10^{cc},2 d'oxyde de carbone avaient été fixés par 100 centimètres cubes de sang; dans les conditions de cette expérience un moineau serait mort, puisque l'atmosphère de la chambre renfermait 1/500 d'oxyde de carbone dosé par l'oxyde de cuivre.

« Une autre cause rend nuisibles les poêles sans tuyau : ils répandent dans l'atmosphère confinée une grande quantité d'acide carbonique, et il suffit, comme je l'ai montré récemment, que l'air contienne 1 pour 100 d'acide carbonique pour que l'exhalation pulmonaire de ce gaz soit notablement diminuée. »

— M. *B. Renault* a fait connaître naguère l'existence, à l'époque de la formation des terrains houiller supérieur et permien, d'une nouvelle famille de plantes que j'ai désignées sous le nom de *Poroxylées*.

Aujourd'hui, je viens ajouter un nouveau représentant à cette famille, le *Poroxylon Edwardsii*.

Cette espèce, tout en offrant les caractères généraux des *Poroxylées*, se distingue par le développement considérable et la constitution de la région libérienne, du bois et de l'écorce.

De même que les autres espèces du groupe, elle se rencontre assez fréquemment dans les rognons siliceux d'Autunt en fragments qui peuvent atteindre 0^{m},03 à 0^{m},04 de diamètre, et se présente souvent avec une conservation admirable des tissus.

— M. *Sirodot* communique les observations d'un phénomène morphologique qui paraît intéresser la physiologie générale.

Dans les circonstances normales, la ramification fructifère issue de fécondation par un bourgeonnement multiple de la portion basilaire de l'organe femelle des batrachospermums se présente sous l'aspect d'un glomérule compact, dont les cellules terminales plus volumineuses sont des utricules ovoïdes ou piriformes dont l'enveloppe se rompt, à la maturité, pour mettre en liberté le contenu condensé en un corpuscule reproducteur unique, un *oospore*.

En général, après trois ou quatre générations d'utricules oosporigènes, tout bourgeonnement cesse, et la surface entière du glomérule est couronnée par les enveloppes des utricules.

Dans l'anomalie observée communément au mois d'août 1880, les dernières générations d'utricules oosporigènes, en tout ou en partie, s'allongent, deviennent longuement piriformes et définitivement avortent, pendant qu'en même temps les cellules basilaires de ces utricules deviennent le point de départ de filaments articulés composés de cellules très irrégulières, et très irrégulièrement ramifiés.

— M. *A. Pauchon* : De l'influence de la lumière sur la respiration des semences pendant la germination.

— M. *Fua*, au sujet de la pellagre, pense que les chiffres mentionnés par rapport à l'Italie dans la communication de M. Faye sont exagérés, malgré leur caractère officiel, car, s'ils étaient exacts, tous les hôpitaux de la Lombardie et de la Vénétie ne suffiraient pas pour donner asile aux soixante-dix mille pellagreux dont il est question.

L'idée que la nourriture exclusive du maïs azime pourrait exercer une influence fâcheuse dans l'économie d'individus même débiles paraît en contradiction avec les faits, car partout où l'on fait usage de maïs, c'est toujours à l'état azime qu'il est mangé.

Le maïs forme aujourd'hui le fond de la nourriture d'une grande partie de la population nègre du centre de l'Afrique, et aucun des célèbres voyageurs qui viennent de la parcourir ne signale la pellagre, dont il faut attribuer la présence à des causes locales.

BIBLIOGRAPHIE

Sommaire des principaux recueils de mémoires originaux.

BULLETIN DE LA SOCIÉTÉ ZOOLOGIQUE DE FRANCE, janvier à mars 1880. — *Raphaël Blanchard* : Recherches sur la structure de la peau des lézards. — *G.-A. Boulenger* : Sur une forme intéressante de Triton, provenant de Moldavie, et observations sur le genre *Pelonectes* Lataste. — Reptiles et batraciens recueillis par M. Émile de Ville dans les andes de l'Équateur. — *Z. Gerbe* et *A. de l'Isle* : Description d'une espèce nouvelle de Campagnol de France. — *F. Lataste* : Batraciens et reptiles recueillis en Chine, par V. Collin de Plancy. — *Z. Gerbe* : Note sur une espèce nouvelle de Vespertilionien de Chine. — Observations pour servir à l'histoire de l'hirondelle rustique. — *Lemetteil* : Capture dans le département de la Seine-Inférieure d'une oie à cou roux, *anser ruficolis* Pallas. — *Jules Jullien* : Description d'un nouveau genre de Bryozoaire cheilostomien des eaux douces de la

Chine et du Cambodge et de deux espèces nouvelles. — *A. Alléon :* Catalogue des oiseaux observés aux environs de Constantinople.

— ANNALEN DER PHYSIK UND CHEMIE (numéro 7). — *G. Kirchoff* et *G. Hansemann :* Expériences sur les vibrations stationnaires de l'eau. — *W. Beetz :* Sur la nature de la polarisation galvanique; — Clef pour circuits électriques. — *G. Quincke :* Sur l'expansion électrique. — *H.-R. Hertz :* Détermination expérimentale de la limite maxima de l'énergie cinétique d'un courant électrique. — *E. Lommel :* Sur la fluorescence. — *H.-F. Weber :* Recherches sur la conductibilité calorifique des liquides. — *G. Kirchoff :* Sur les vibrations transversales d'une tige dont la section est constituée par une croix de forme variable.

— (Numéro 8). — *G. Quincke :* Sur l'expansion électrique. — *E. Budde :* Loi de Clausius et mouvement de la terre dans l'espace. — *W. Siemens :* Sur les rapports de la conductibilité électrique du charbon et de sa température. — *E. Reitlinger* et *A.-V. Urbanitzky :* Sur les phénomènes produits par des actions extérieures sur des tubes de Geissler. — *H. Wild :* Théorie complète du magnétomètre bifilaire et nouvelles méthodes pour déterminer l'intensité horizontale absolue du magnétisme terrestre et aussi les coefficients de température et d'induction des aimants. — *R. Clausius :* Sur la comparaison de la loi électro-dynamique fondamentale avec l'expérience. — *W. Hankel :* Sur une transformation directe des vibrations de chaleur rayonnante en électricité. — *E. Lommel :* Sur la fluorescence. — *H. Knoblauch :* Sur les caractères de différentes radiations calorifiques dans la réflexion des rayons polarisés par des métaux. — *H. Herwig :* Remarques sur la conductibilité calorifique du mercure. — *A. Winkelmann :* Remarques sur le mémoire de H. Weber sur la conductibilité calorifique des liquides. — *G. Recknagel :* Sur la résistance de l'air. — *W. Holtz :* Sur l'action du vide relativement à celle des solides à propos des aimants.

— JOURNAL DE PHYSIQUE (novembre 1880). — *Antoine Breguet :* Le photophone Bell. — *A. Bertin :* Sur la balance d'induction et le sonomètre électrique de M. Hughes. — *J. Ogier :* Sur la combinaison de l'hydrogène phosphoré avec l'acide chlorhydrique. — *E. Debrun :* Baromètre amplificateur.

— ANNALES DES SCIENCES NATURELLES, ZOOLOGIE, tome IX, numéros 5 et 6; tome X, numéros 1 à 3. — *J. Barrois :* Mémoire sur les métamorphoses des Bryozoaires. — *L. Vaillant :* Note sur un crocodilien nouveau de Chine. — *Alphonse Milne Edwards :* Recherches sur la faune des régions australes. — *E. Jourdan :* Recherches zoologiques et histologiques sur les Zoanthaires du golfe de Marseille. — *H. Viallanes :* Observations sur les glandes salivaires chez l'Échidné.

CHRONIQUE

LA QUESTION DES SOURCES DU DHIÒLI-BA (NIGER). — M. Duveyrier a fait l'intéressante communication qui suit, à la Société de géographie de Paris, le 19 novembre 1880. — Déterminer la vraie source d'un grand fleuve qui naît dans une région encore à peine connue n'est pas chose facile. C'est le cas pour les sources du Dhiòli-Ba (Kwâra ou Niger) dont nous sommes loin de connaître le bassin d'une manière satisfaisante. Le bassin du Dhiòli-Ba se divise en deux parties soumises à des régimes météorologiques opposés. Au nord, le tiers environ de ce bassin est situé dans le Sahara, et, à l'époque contemporaine, il n'alimente plus, en aucune façon du moins, le cours d'eau principal. Les vallées qui, descendant des plateaux du Ahaggar et du Tassili, dans le pays des Touareg du Nord, vont aboutir à la rive nord-est du Dhiòli-Ba, soit sur le territoire des nègres Haousa, sont aujourd'hui absolument sèches dans leur partie moyenne. Nous pouvons donc hardiment laisser de côté cette moitié fossile du bassin du Dhiòli-Ba, pour ne considérer que sa moitié vivante, celle qui est comprise entre l'Adamâwa, à l'est, et les montagnes du Kouranko et du Kono, à l'ouest. De ce côté, nous avons le Dhiòli-Ba; de l'autre, la Bénoué, qui, réunis près de Lokodja, vont se jeter dans l'océan Atlantique. Des deux grands cours d'eau qui viennent d'être nommés, le Dhiòli-Ba est incontestablement le plus long, par conséquent, on peut connaître la source du fleuve, alors que la source de la Bénoué resterait encore inconnue.

Le problème étant ainsi posé, voyons où en est aujourd'hui la solution.

Jusqu'au moment où MM. Josué Zweifel et Marius Moustier ont publié tout récemment les résultats de leur voyage d'exploration à la source du Dhiòli-Ba, on admettait que cette source était située par 9°,25″ de latitude nord et 12°,5′ de longitude de Paris, sur une montagne appelée Loma. C'est à une des trop nombreuses victimes des explorations en Afrique, au major anglais Alexandre Gordon Laing, que nous devions ces premières données.

Mais la rivière qui naît dans ce prétendu mont Loma est-elle bien le premier et plus lointain des ruisseaux qui, grossi par l'apport successif d'affluents, devient le Dhiòli-Ba? Un autre ruisseau, dans le nord-ouest ou dans le sud-est, petit cours d'eau inconnu aux gens du Solimania, pouvait bien venir un jour le remplacer comme fournissant une course plus longue... Ce doute que personne n'avait formulé, mais qui était venu à l'esprit de plusieurs géographes, le voilà enfin éclairci pour la première fois.

A 126 kilomètres, dans le sud-ouest du mont Loma du major Laing, et à 310 kilomètres seulement dans l'est de Free-Town, chef-lieu des possessions anglaises de Serra Leone, MM. Zweifel et Moustier ont vu le Tembi-Koundou ou montagne, *tête de la* (rivière) *Tembi*. Cette rivière, plus longue que la Faliko, prend le nom de Dhiòli-Ba après sa réunion avec elle. Suivant MM. Zweifel et Moustier, elle naît par 8°,36′ de latitude nord et 12°,50′ de longitude ouest de Paris, dans un des sommets d'une chaîne de montagnes, qui porte le nom de Loma, comme celle dont nous venons de parler. Il est possible, d'ailleurs, que la chaîne de Loma se continue dans le nord-est, avec quelques interruptions, jusqu'au sommet de Loma visé par le major Laing; il est également possible, comme cela s'est vu fréquemment ailleurs, que ce nom de la chaîne soit un substantif signifiant *montagne*, *sommet*, ou *chaîne de montagnes* et que nous le trouvions appliqué ici, par excellence, au principal trait orographique de toute une région.

Il faut féliciter hautement MM. Zweifel et Moustier de leur principale découverte, celle du Tembi-Koundou, c'est-à-dire de la source la plus lointaine connue du Dhiòli-Ba; nous n'hésitons pas à dire que cette découverte est un fait considérable dans l'histoire des progrès de la géographie de cette année. Peut-être même ce fait conservera-t-il toujours son importance... C'est ce que nous apprendra l'exploration complète des pays de Môsi, de Kong, de Bouré et de Kissi, de toute la partie sud du vaste triangle, dont le cours du *Dhiòli-Ba* dessine les deux plus grands côtés, entre sa source et son embouchure, et dans lequel seuls, René Caillié, Henri Barth et Benjamin Anderson, ont à peine pénétré. Ici coulent le Ba-Koï, la Sarano, etc., toutes tributaires du Dhiòli-Ba, et qui paraissent naître sur un plateau où, appliquant à une chaîne le nom d'un grand marché, nos cartes indiquent une chaîne de montagnes de Kong. Ajoutons que l'existence même d'une longue chaîne continue de montagnes, de l'ouest à l'est, donnée par toutes les anciennes cartes et par beaucoup de nouvelles, est encore à prouver; on sait où commence la chaîne du côté de l'ouest, on sait encore qu'elle continue à l'est jusqu'au 10° de longitude ouest de Paris. De là au point où M. Bonnat a vu des montagnes, dans le nord de Salaga, nous en sommes réduits à supposer que le soulèvement se poursuit sans interruption.

Malgré l'insuffisance de nos informations sur l'intérieur de la région qui nous occupe, les inductions qu'on peut tirer du journal de Caillié entre Timbo et Timbouktou, du journal de Barth, entre Saï et Timbouktou, et l'examen des dépositions des indigènes recueillies par ce dernier voyageur, détruisent presque complètement l'hypothèse d'un grand affluent sud du Dhiòli-Ba, qui puisse rivaliser en longueur avec la Tembi. Par conséquent, les réserves que la prudence impose en pareille matière et que nous devions formuler n'enlèveront probablement rien dans l'avenir à la gloire de MM. Zweifel et Moustier, qui sont bien les découvreurs de la source la plus éloignée au sud-ouest, et, selon toute apparence, de la véritable source du Dhiòli-Ba (ou Niger).

— MUSÉUM D'HISTOIRE NATURELLE. — M. Émile Blanchard, membre de l'Académie des sciences, professeur de zoologie (animaux articulés), commencera son cours le mercredi 1er décembre 1880, à une heure, dans la galerie de zoologie, et le continuera les lundis, mercredis et vendredis à la même heure.

Le propriétaire-gérant : GERMER BAILLIÈRE.

PARIS. — Impr. J. CLAYE. — A. QUANTIN et Cᵉ, rue St-Benoît. [1842]

LA

REVUE SCIENTIFIQUE

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

REVUE DES COURS SCIENTIFIQUES (2e SÉRIE)

DIRECTEURS : MM. ANTOINE BREGUET ET CHARLES RICHET

2e SÉRIE — 10e ANNÉE | NUMÉRO 23 | 4 DÉCEMBRE 1880

Paris, le 3 décembre 1880.

A partir du 1er janvier prochain, la *Revue scientifique* sera augmentée de seize colonnes, soit un quart en plus de ce qu'elle contient aujourd'hui.

Nous devons à nos lecteurs de leur exposer les motifs qui nous ont engagés à faire cette modification.

A notre avis, une condition nécessaire pour qu'un numéro de la Revue soit bon, c'est qu'on y trouve plusieurs articles de spécialités différentes, car il faut que chacun de nos lecteurs puisse trouver dans ce numéro au moins un article qui l'intéresse et qui soit de sa compétence. On le voit, nous ne voulons pas insérer des articles plus longs que nous ne l'avons fait jusqu'ici; mais nous voulons en mettre davantage.

Quelques autres raisons nous ont aussi portés à augmenter le volume de notre publication.

Pour intéresser beaucoup de lecteurs et n'en rebuter aucun, nos articles ne peuvent pas dépasser un certain niveau scientifique. Autrement les chimistes seuls seraient capables de lire les articles de chimie, les physiciens ceux de physique, etc. ; ce qui est presque le contraire du but que nous voulons atteindre. Dans ces conditions, il nous est impossible d'aborder certaines questions, qui, pour être plus difficiles à comprendre, n'en doivent pas moins trouver place dans une Revue qui s'intitule scientifique. Nous avons alors pensé à donner dans chacun de nos numéros une sorte de compte rendu sommaire des travaux scientifiques français ou étrangers, étrangers surtout, qui ne donnent pas matière à des articles de fond, en raison de leur élévation spéciale ou de leur caractère propre. C'est ce que font dans une certaine mesure nos comptes rendus de l'Académie.

Chaque numéro contiendra donc une revue générale ayant pour objet les progrès récents d'une science particulière. Tous les deux mois nos lecteurs trouveront dans notre journal une revue de physique, d'hygiène, de géographie, de chimie et de physiologie ; tous les quatre mois, une revue de zoologie, de thérapeutique, de médecine, d'économie politique, d'agronomie. Enfin, une fois par an, nous donnerons une revue de botanique, d'astronomie, d'anthropologie et de statistique d'art militaire.

Ces revues auront l'avantage précieux d'introduire dans notre recueil le caractère d'actualité qui lui a quelquefois manqué. Afin de conserver aux jugements qui y seront portés la plus grande indépendance, ce genre d'articles ne sera pas signé, bien que leurs auteurs aient été soigneusement choisis parmi les plus compétents dans chaque spécialité.

Faute d'espace, nous avions dû jusqu'ici sacrifier l'élément bibliographique de la Revue, tout en reconnaissant combien il serait intéressant pour les lecteurs de trouver dans nos colonnes au moins de courtes analyses des principaux ouvrages qui viennent de paraître. Nous n'aurons plus l'an prochain les mêmes raisons d'agir ainsi. Aussi, chaque mois environ, une causerie bibliographique de quelque étendue trouvera sa place dans la *Revue scientifique*.

Les travaux présentés à l'Académie des sciences pourront enfin recevoir chez nous le développement qu'ils méritent, d'autant plus que notre Revue est le seul recueil scientifique où les *comptes rendus* soient complètement analysés.

C'est après l'expérience d'une année entière que nous nous sommes décidés à introduire ces modifications. Nous espérons que nos nombreux lecteurs, nos collaborateurs souvent, penseront comme nous qu'elles constituent une véritable amélioration, bien que le prix de l'abonnement ait dû, dans ces nouvelles circonstances, être augmenté de 5 francs par an, et le prix du numéro porté de 50 à 60 centimes.

En 1871, la Revue avait reçu un accroissement du même genre. Nous croyons qu'aujourd'hui cet accroissement est justifié comme il l'était alors ; qu'il est nécessité même par les besoins auxquels elle doit répondre.

BOTANIQUE

FACULTÉ DE MÉDECINE DE BORDEAUX

M. J. GUILLAUD.

Les principes de morphologie générale en botanique et leur application à la généalogie du règne végétal.

En vous disant, au début de ce cours, que chaque pas que nous ferions en morphologie et en systématique nous démontrerait d'une façon éclatante la réalité de la théorie de la descendance, je ne vous faisais pas une vaine promesse; ce n'était pas de ma part une affirmation gratuite. L'étude détaillée de la morphologie végétale, en effet, vous a montré que les formes que revêtent les racines, les tiges, les feuilles et les fleurs, peuvent toutes être considérées comme de simples modifications d'autant d'organes types, infiniment variables, s'adaptant avec une merveilleuse souplesse, souplesse de Protée, aux milieux, aux circonstances et aux besoins des êtres. Entre les états extrêmes que l'un ou l'autre de ces organes peut présenter, nous trouvons le plus souvent tous les passages transitoires désirables; nous nous expliquons même très bien, la plupart du temps, *comment* la modification s'est produite. Lorsque la nature elle-même, soit sur le même individu, soit sur les individus de la même espèce, soit encore dans des espèces ou genres voisins, ne nous montre pas dans l'état adulte et durable d'un organe les degrés de transition que réclame la méthode scientifique, nous sommes toujours sûrs de les voir apparaître en suivant le développement de cet organe, en étudiant avec soin son organogénie. Il n'y a guère de forme prétendue irréductible, qui résiste à ce dernier examen, et qui ne nous livre pas le secret de son origine. L'organogénie atteint surtout toute sa valeur dans cet ensemble assez complexe d'organes simples qui composent la fleur.

Les différentes formes, les différents états d'un organe n'étant au fond que des modifications les unes des autres, nous pouvons les mettre en séries, les ranger par ordre d'enchaînement, rechercher ceux qui sont ancestraux ou dérivés par rapport à d'autres. En architecture ancienne, on sait que l'ordre ionique vient après l'ordre dorique et avant l'ordre corinthien; cela, en dehors de toute donnée historique et par le seul examen du style. Pourquoi? Parce que le dorique est le plus simple et n'a aucun des traits qui caractérisent les deux autres; parce qu'en somme l'ionique et le corinthien ont chacun un fond de dorique sur lequel sont venus successivement s'implanter des ornements nouveaux. Il en est absolument ainsi dans l'histoire naturelle d'un organe. La marche normale et évolutive de toutes choses qui se rattachent à la biologie est partout et toujours de passer du simple au complexe et au composé, du régulier à l'irrégulier. En nous conformant à cette règle, nous retrouvons les *principes* ou grandes *lois* de morphologie générale qui ont présidé à la variation d'un organe et à la création des formes fixées qu'il revêt à nos yeux. Ces principes généraux, ces lois une fois établies, nous permettent de procéder avec toute la sûreté possible au groupement filial et dérivatif des espèces, genres, familles et classes, qui ne valent justement, les unes et les autres, que par une ou plusieurs de ces variations, par un ou plusieurs de ces caractères introduits; ils nous permettent d'aborder à notre tour en meilleure connaissance de cause la classification naturelle des végétaux, devenue désormais une question de généalogie.

Établissons d'abord ces lois morphologiques, dont je vous parle, en nous en tenant à celles qui ont le plus d'importance, qui *dominent* les autres, car il s'agit d'envisager avant tout de grands groupes, types, classes ou familles. Or les caractères dominateurs, nous devons les chercher dans la morphologie de la fleur.

I.

La *fleur* des Phanérogames est un rameau pourvu d'organes sexuels et de pièces foliaires accessoires, les uns et les autres plus ou moins variés dans leur forme et dans leurs rapports. Chez les Cycadées et les Conifères, qui sont les plus simples Phanérogames actuellement existantes, ce rameau floral est une véritable inflorescence d'organes sexuels mâles ou femelles, insérés chacun à l'aisselle d'une bractée. On voit, dans certains cas seulement, ces bractées disparaître, l'axe qui les porte se raccourcir, et les organes sexuels, plus ou moins réduits en nombre, se grouper ensemble au sommet de leur rameau avec une apparence de fleur unisexuée et même hermaphrodite (*Gnetum*). Mais ici, les *organes mâles* n'ont pas encore la forme typique des étamines; ils manquent de filet ou tout au moins chaque filet porte un assez grand nombre de loges polliniques distinctes; les organes femelles sont des ensembles d'ovules nus portés sur les bords ou sur la face supérieure d'une écaille carpellaire qui ne forme pas de cavité ovarienne autour d'eux.

C'est à partir des Amentacées qu'on trouve d'une façon constante des étamines à filet, portant généralement des anthères à deux loges; qu'on trouve également des appendices carpellaires enveloppant leurs ovules, en un mot de vrais carpelles. Les *Leitneria,* petits arbustes qui croissent dans les marais du sud des États-Unis, ont des carpelles ainsi constitués, insérés isolément sur un long chaton femelle, chacun à l'aisselle d'une petite écaille. Dans les *Myrica,* les carpelles, encore disposés en longue inflorescence écailleuse, sont soudés deux à deux à l'aisselle de ces écailles. Peu à peu comme dans les noisetiers, les chênes, les noyers, cette inflorescence femelle se réduit à quelques paires ou à quelques groupes de carpelles, voire même à un seul, entouré de plusieurs bractées, qui lui forment enveloppe ou périanthe. De leur côté, les étamines sont aussi portées sur de longues inflorescences et sont insérées en nombre variable à l'aisselle des écailles. Le long de ces inflorescences, trois ou quatre de leurs écailles se rapprochent parfois et mettent pour ainsi dire leurs étamines en commun. Ainsi se constituent les premières fleurs périanthées de la végétation actuelle, fleurs essentiellement unisexuées. Certaines de ces

inflorescences d'organes sexuels dont nous parlons peuvent cependant porter à la fois les deux sexes placés à des niveaux différents (*Myrica serrata, Castanea vulgaris*); et c'est par eux qu'on peut arriver à la constitution d'une fleur hermaphrodite de type primitif, c'est-à-dire renfermant des carpelles et des étamines entourés par le même périanthe écailleux. Cette fleur hermaphrodite existe déjà normalement dans les Saururées et Piperacées; dans les Urticées et les familles voisines, la fleur hermaphrodite est aussi la règle ; mais, comme l'un des sexes avorte souvent, nous revenons ici, par un processus rétrograde, à la diclinie florale primitive.

Jusque-là, la nature n'a fait, pour ainsi dire, que s'essayer à la formation de la fleur. Ce sont les Monimiacées avec les Phytolaccacées, qui leur sont voisines, qui vont nous offrir un vrai perfectionnement. Chez elles, en effet, le rameau floral ou chaton primitif, très riche en organes sexuels, paraît s'être fortement contracté sur lui-même et s'être en même temps élargi en réceptacle; de telle sorte que toutes les étamines et tous les carpelles, perdant les bractées qui les accompagnaient à l'origine, se trouvent groupés sur ce réceptacle, dilaté en tête aplatie ou creusé en coupe évasée. Un nombre plus ou moins considérable de bractées stériles bordent ce réceptacle et lui constituent un périanthe indéfini. Ces fleurs sont les plus riches qu'il y ait en organes sexuels et en pièces accessoires, les uns et les autres complètement libres dans tous leurs rapports. Je signale d'une façon toute particulière à votre attention ces fleurs de Monimiacées et de Phytolaccacées, parce qu'elles forment, à mon point de vue, le point de départ, le nœud de toutes les fleurs et de toutes les familles à venir. Avec elles, nous sommes en possession d'une fleur type, qui, par une série de perfectionnements et de dégradations numériques combinés, nous conduira jusqu'aux plantes qui tiennent la tête des embranchements les plus élevés.

Dans toutes ces fleurs ancestrales, l'enveloppe de pièces accessoires, le périanthe, est constituée par de petites lamelles verdâtres ou de couleur pâle, qui ressemblent de tous points aux écailles sexuelles et aux bractées des Amentacées. Ce genre de fleur a reçu le nom d'*apétale*, parce que rien en elle ne rappelle une corolle, ou bien encore celui de *monochlamydée*, parce qu'on n'y distingue jamais qu'un seul ensemble de pièces uniformes. Nous pouvons assister à la formation de fleurs plus complètes ou fleurs *pétalées*, c'est-à-dire à la différenciation du périanthe primitif des Monimiacées, en examinant certaines familles et classes naturelles, qui, rapprochées de ces dernières plantes par leur origine, ont gardé des genres à fleurs apétales et en ont acquis d'autres manifestement munis de corolle : telles sont les Renonculacées, les Euphorbiacées, les Malvales, les Rosales, etc. Les pétales, dans ces cas, sont ou des pièces du périanthe qui se colorent plus vivement, et s'étalent en lames minces et élargies, ou bien parfois encore des étamines externes qui se transforment et deviennent pétaloïdes. Le périanthe primitif conserve, en tout ou en partie, son état verdâtre et herbacé, et reçoit dès lors le nom de calice.

Quoi qu'il en soit de sa formation, la fleur pétalée constitue un grand progrès sur la fleur apétale, et elle se retrouve, à moins d'avortements exceptionnels, dans toutes les plantes dites supérieures. Le calice et la corolle, une fois bien distincts l'un de l'autre, marchent de pair.

Un second progrès s'accomplit alors dans ces enveloppes florales. Leurs pièces constitutives, sépales d'un côté, pétales de l'autre, sont d'abord libres, et on qualifie en ce cas les plantes de *polysépales* et de *polypétales ;* telles sont les Crucifères, les Pavots, les Cistes, etc. Le calice est celui dont les pièces se confondent les premières en une enveloppe externe plus ou moins simple, de telle façon qu'il ne reste souvent plus au sommet que de petites dents pour indiquer les pièces constitutives. Ceci a lieu par suite de soudure congénitale, ou, comme on dit, d'un développement conné. Le calice est déjà plus ou moins *gamosépale* dans les Malvacées et les Tiliacées. La corolle, par un mode de développement analogue à celui du calice, devient *gamopétale;* elle suit de près le calice dans son évolution synthétique. C'est, pour l'un et l'autre, le cas de toutes les Corolliflores, et des Campanulacées, Rubiacées, Composées, etc. En même temps que s'accomplissent ces soudures, le nombre des pièces diminue et devient fixe. Il est juste de dire d'une façon générale que la fleur, en perfectionnant son périanthe, ne garde plus qu'un nombre limité de sépales et de pétales, qui deviennent les uns et les autres respectivement connés.

Si nous examinons maintenant les organes sexuels eux-mêmes, nous voyons se produire une condensation analogue, c'est-à-dire la diminution de nombre ou la coalescence des pièces. Les fleurs polysépales et polypétales, telles que celles des Papavéracées, Cistinées, Tiliacées, etc., ont en général un grand nombre d'étamines libres. Les fleurs gamosépales et gamopétales, telles que les Corolliflores, n'en ont plus qu'un nombre très restreint, et elles y sont libres également. Les étamines peuvent se souder, ce qui a lieu le plus souvent par leur filet, rarement par leurs anthères ; mais cette soudure, ou développement conné de l'androcée, a moins de valeur que sa réduction elle-même, puisqu'elle intervient justement lorsque les étamines sont en grand nombre. C'est le contraire qui arrive pour le gynécée. Les carpelles, d'abord libres, diminuent de nombre pour se souder ensuite en un ovaire syncarpé ; les stigmates seuls, avec les loges ovariennes et le mode de placentation, permettent d'en retrouver le nombre. Le cas extrême est celui où il ne reste plus dans la fleur qu'un carpelle unique comme dans les Berbéridées et les Légumineuses.

Il y a une foule d'autres faits de l'organographie florale, qui, postérieurement introduits, permettent d'établir des séries dérivées chez les plantes. C'est d'abord l'irrégularité d'un ou de plusieurs verticilles floraux. A quelque moment du développement qu'elle se produise, et quelle qu'en soit la cause, avortement, atrophie, inégalité ou prédominance de quelque pièce, cette irrégularité indique toujours une déviation dans le type ordinaire auquel elle se rattache.

On peut aussi placer au nombre des détails importants de la morphologie de la fleur la soudure des verticilles entre

eux. Cette soudure ou développement conné entre l'androcée et la corolle, l'androcée et le gynécée, le gynécée et la cupule réceptaculaire, doit être considérée comme un phénomène survenu à des fleurs à verticilles primitivement indépendants. Ajoutons encore la disparition d'un ou de plusieurs verticilles accessoires ou sexuels. Les Graminées, par exemple, n'ont nt périanthe, ni calice, ni corolle; et, par cela même, sont des Monocotylédones très modifiées. Les fleurs unisexuées ou apétales, qui se produisent çà et là dans les familles hermaphrodites et pétalées, sont aussi un amoindrissement du type. Dans tous ces cas, un type de fleur donné subit des dégradations, une sorte de dérivation régressive dont il faut tenir le plus grand compte dans l'établissement des séries végétales.

Il est à ce sujet un fait général qui porte sur tout l'ensemble du règne végétal. C'est qu'au point de vue de l'organisation florale, les plantes herbacées constituent presque toujours un sous-groupe amoindri, dégénéré, par rapport à un type arborescent; c'est qu'à côté d'une série ligneuse plus complète, plus normale dans sa fleur, plus rapprochée, si vous le voulez, de l'état premier qui constitue la formule générale du type, il y a une série herbacée, divergente et amoindrie qui s'y rattache. Les Papillonacées, par exemple, sont une réduction évidente des Légumineuses arborescentes. Les Mauves, Géraniacées, Oxalidées, Tropéolées, etc., forment une série réduite par rapport aux *Sterculia,* aux Tiliacées, Terstrœmiacées, etc., qui constituent la série ligneuse du même type. Les Ombellifères sont la réduction évidente des Araliacées. Les Labiées, d'une part, et les Composées, de l'autre, sont les derniers termes des Corolliflores arborescentes, groupées autour des Sapotées, Éricacées, Loganiacées, etc., en passant par les Solanées et les Personées, qui tiennent le milieu entre l'état herbacé et l'état ligneux. On pourrait à l'infini multiplier ces exemples généraux ou restreints. Remarquons que cette dégradation porte d'abord sur le nombre des pièces de chaque verticille, sur la soudure de ces verticilles entre eux ou avec le réceptacle et finalement sur la régularité de la fleur. Il ne faudrait certes pas exagérer ce principe et en revenir à Théophraste ou à Tournefort, qui classaient les végétaux en herbes et en arbres; mais je maintiens ce fait, que la filiation des familles indiquées par l'organisation de la fleur, que les types primitifs et ancestraux sont à chercher dans les groupes ligneux, plutôt que dans les groupes herbacés. Il faut considérer ces derniers presque comme des séries aberrantes, comme des rameaux détachés de la souche commune et incapables de développement ultérieur.

On peut encore demander à la graine des caractères morphologiques du plus haut intérêt. Par exemple, la présence d'un seul cotylédon caractérise tout un embranchement. La forme ou l'état de l'embryon, la présence ou le défaut d'albumen, bien qu'il ne faille pas attacher à ce caractère la même valeur que lui attribuait Brongniart, l'état des téguments, le développement d'un arille, etc., etc., peuvent servir à un moment donné. Toutefois, il vaut encore mieux s'en rapporter à l'ovule lui-même. Le nombre de ceux-ci, leur mode de placentation, leur direction, la situation du micropyle, ont plus de valeur générale. Primitivement, un carpelle et un ovaire ont un grand nombre d'ovules libres dans la cavité qui les contient; si ces ovules diminuent de nombre, s'ils se soudent même avec les parois de l'ovaire, nous pouvons conclure de ces faits à la dérivation des plantes sur lesquelles ils se présentent.

Telle est l'histoire résumée du développement naturel des organes floraux et de leur morphologie dans le règne végétal. Les lois de ce développement président à la succession des formes établies et constituent des principes sûrs pour refaire les archives civiles des populations végétales, pour établir entre elles une généalogie qui sera toujours par elle-même la seule classification pouvant à l'avenir porter le nom de méthode naturelle. C'est en tenant compte des principes et des idées que je viens de vous exposer brièvement qu'a été dressé l'arbre généalogique que vous voyez, qui semble se réclamer de Jussieu, de De Candolle et de Lindley dans ses traits généraux.

II.

Nous avons laissé en dehors de nos considérations morphologiques tout le groupe des végétaux inférieurs appelés Cryptogames. Chez eux, pas de fleurs, à peine des feuilles et point de racine au sens ordinaire du mot; pas même de tige dans le plus grand nombre. Nous trouvons dans ces plantes les premiers débuts de la différenciation et de la création de ces organes eux-mêmes; nous y sentons la nature indécise dans sa direction, et nous assistons à des tâtonnements, qui paraissent avoir duré toute une ère géologique et même plus.

Les végétaux sans fleurs ou Cryptogames constituent trois types ou embranchements : 1° les Thallophytes; 2° les Bryophytes; 3° les Ptéridophytes; nous ne nous en occuperons pas pour le moment.

Les végétaux à fleurs ou Phanérogames se divisent à leur tour en sept types, qui sont : 4° les Gymnospermes; 5° les Apétales; 6° les Monocotylédones; 7° les Thalamiflores; 8° les Cupuliflores (Caliciflores, polypétales, D. C.); 9° les Corolliflores; 10° les Épicorolliflores (Caliciflores gamopétales, D. C.).

IV. — Les Gymnospermes se distinguent de tous les autres types ou embranchements par un port et un aspect tout particulier. On dirait des habitants du moyen âge vivant en pleine société moderne, et, en fait, ce sont les représentants encore vivants des populations végétales qui dominaient à l'époque jurassique. Ce sont des arbres ou des arbrisseaux, dont la tige, simple ou ramifiée, garde presque toujours son axe central. Leurs feuilles sont épaisses, coriaces, persistantes, parfois écailleuses ou aciculaires. Mais leur caractère le plus positif est celui d'avoir des ovules nus et non renfermés dans une cavité ovarienne, surmontée d'un stigmate.

Les deux sortes d'organes sexuels sont portées, nous l'avons vu, par des rameaux, sinon par des pieds différents. Les mâles consistent en un plus ou moins grand nombre de sacs polliniques placés à la face inférieure ou extrorse d'un appendice staminal de forme variée; les femelles, en un plus ou moins grand nombre d'ovules situés à la face supérieure ou

introrse d'un appendice carpellaire étalé, où ils forment deux bandes placentaires, l'une à droite, l'autre à gauche. Les sacs polliniques représentent chacun une loge d'une anthère ordinaire et se développent comme des excroissances mamelonnées sur l'appendice qui les porte. Les grains de pollen y naissent quatre par quatre, dans des cellules mères, et se partagent ensuite chacun en deux ou trois cellules, dont une, souvent plus grande, émet le tube pollinique. Cette division du grain de pollen, préalable à son action fécondante, a fait comparer le corps tricellulaire ainsi formé à une sorte de prothalle mâle, analogue à celui des *Selaginella* et des *Isoetes*. Les ovules ont aussi une structure et une évolution particulière. Ils sont composés d'un gros nucelle, enveloppé d'un seul tégument largement ouvert au sommet. Le sac embryonnaire prend d'abord un énorme développement et se remplit ensuite d'un tissu parenchymateux abondant, qui supporte un certain nombre de corpuscules destinés à être fécondés. Ce tissu parenchymateux a été comparé à un prothalle femelle, et ces corpuscules à des archégones.

On distingue trois classes dans les Gymnospermes :

1° Les *Cycadées*. Genres : *Cycas, Zamia, Dion, Staugeria*, etc.

2° Les *Conifères*. Familles : Abriétinées, Cupressinées, Taxinées.

3° Les *Gnétacées*. Genres : *Gnetum, Ephedra, Welwitschia*.

V. — Apétales. Les plantes de ce type ont avant tout pour caractère de posséder un périanthe simple, incomplet, de manquer de corolle. Ce périanthe est formé de petites pièces membraneuses verdâtres, peu constantes de forme, de nombre et de situation, rappelant beaucoup les bractées florales ordinaires; et, en fait, chez beaucoup d'entre elles il n'y a même pas de périanthe du tout, mais uniquement de ces bractées, portant à leur aisselle des organes sexuels diversement groupés. Quant à ces organes sexuels eux-mêmes, on trouve des étamines en nombre très variable, des carpelles bien constitués, libres ou soudés entre eux.

Ce groupe de plantes, successivement admis par Jussieu, de Candolle, Endlicher et autres, soit sous ce nom même d'Apétales, soit sous le nom équivalent de Monochlamydées, a été contesté depuis par Brongniart. Ce dernier botaniste n'a vu, dans les familles apétales, qu'un état imparfait des plantes polypétales, et il s'est efforcé de les distribuer entre ces dernières. C'est ainsi qu'il a réuni dans une même classe les Phytolaccacées, les Chénopodées, les Amarantacées, toutes familles apétales, avec les Portulacées, les Paronychiées et les Caryophyllées, qui sont polypétales. De même, les Platanées et les Balsamifluées sont placées par lui à côté des Hamamélidées et des Bruniacées. Quoi qu'il en soit de certains rapports, par exemple de ceux des Amarantacées avec les Paronychiées par l'intermédiaire des *Celosia*, de ceux des Liquidambars et des *Hamamelis* par l'intermédiaire des *Fothergilla;* quoique certaines familles polypétales, telles que les Rosacées, les Malvacées, les Euphorbiacées, renferment des genres apétales et qu'elles puissent ainsi fournir un argument d'analogie, la manière de procéder de Brongniart est on ne peut plus discutable. Elle rompt, au profit de rapports secondaires et même douteux, des affinités bien plus étroites, affinités qui réunissent sans conteste les Amarantacées aux Polygonées, les Platanées aux Amentacées en général, et toutes les Apétales vraies entre elles par ce caractère dominant, à savoir : l'absence de corolle. Nous savons parfaitement aujourd'hui pourquoi certains genres d'Euphorbiacées, de Malvacées, de Renonculacées, etc., sont sans pétales : ce n'est pas parce qu'ils les ont perdues par accident, mais bien parce qu'ils n'en ont jamais eu et parce qu'ils sont en parenté originelle assez étroite avec le groupe de plantes qu'il s'agirait de dissocier.

Les Apétales sont issues des Gymnospermes par des intermédiaires aujourd'hui disparus ou encore inconnus dans les couches géologiques. Dans nos plantes actuelles, nous passons immédiatement d'un appendice carpellaire étalé à un carpelle replié de façon à constituer une cavité voulifère. A part ce caractère qui sera jugé plus ou moins important, les Apétales n'en présentent pas d'autres qui les éloignent beaucoup des Gymnospermes. La fleur au début n'y est guère mieux constituée dans ses organes mâles, dans son périanthe et dans son rameau floral. Les Amentacées avec les Urticées et les familles qui s'en rapprochent par leurs fleurs apauvries pourraient, à la rigueur, constituer un type à part, intermédiaire entre les Gymnospermes et les autres Phanérogames. Ce n'est, en effet, qu'un peu plus tard, dans les Monimiacées et Phytolaccacées, que se constitue la fleur telle qu'elle sera désormais par la réunion sur un réceptacle élargi de toutes les étamines et de tous les carpelles distribués le long du chaton primitif. Ces deux dernières familles forment, comme nous l'avons déjà vu, un véritable nœud végétal d'où partent non seulement les branches à fleurs pétalées, mais aussi les dernières familles d'Apétales, par exemple, les Polygonées dont le réceptacle floral, de même que le périanthe, est semblable à celui des Phytolaccacées; les Daphnacées et Aristolochiées dont le périanthe gamophyle n'est pas autre chose, comme l'avait soupçonné Adanson, comme l'ont démontré les recherches organogéniques de Payer, qu'une cupule réceptaculaire de Monimiacées allongée en tube et portant à une certaine hauteur des pièces calicinales et des étamines.

On doit distinguer parmi les Apétales les classes suivantes :

1° Les *Amentales*. Série des familles : Casuarinées, Myricées, Bétulacées, Corylacées, Cupulifères, Juglandées, Salicinées, Balsamifluées, Platanées, Saururées, Pipéracées, Chloranthées, Cératophyllées, Myosurandrées, Datiscées, Népenthées;

2° Les *Urticales*. Série des familles : Urticées, Cynocrambées, Cannabinées, Ulmacées, Celtidées, Morées;

3° Les *Monimiales*. Familles : Monimiacées, Phytolaccacées;

4° Les *Daphnales*. Série des familles : Thymélées, Laurinées, Protéacées, Eléagnées, Myristicacées, Santalacées, Loranthacées, Cytinées, Balanophorées;

5° Les *Serpentaires*. Familles : Aristolochiées, Bégoniacées;

6° Les *Polygonales*. Séries des familles : Polygonées, Amarantacées, Basellées, Chénopodées, Nyctaginées.

VI. — Les Monocotylédones. Cet embranchement est tellement naturel et si bien caractérisé qu'on n'a pour ainsi dire jamais discuté sur ses limites, depuis Jussieu, soit pour lui ajouter, soit pour lui retrancher un genre ou une espèce. Les pièces de la fleur sont insérées sur un réceptacle aplati et étroit, les feuilles sont la plupart du temps parallélinerves, la plante développée manque de racine principale, et l'embryon n'a qu'un seul cotylédon : tels sont les grands traits de leur organisation.

Le périanthe des Monocotylédones est très particulier dans le règne végétal. Les fleurs sont belles, brillantes, et sous ce rapport ne le cèdent en rien aux Dicotylédones supérieures. Mais, comme en général toutes les pièces du périanthe se ressemblent au point de vue des couleurs, et comme on ne peut distinguer avec netteté un calice et une corolle, les botanistes qui ne voulaient rien préjuger ont décidé que cette enveloppe florale porterait le nom plus vague de périanthe. Il n'en est pas moins vrai cependant qu'il y a dans les Monocotylédones des pétales au meilleur sens du mot. D'abord certaines familles, certains genres, les *Alisma,* les *Hydrocharis,* les *Tradescantia,* etc., ont en réalité un calice vert et une corolle ordinaire, formés l'un et l'autre de trois pièces. Dans les Liliacées, Palmiers et plantes analogues, il y a un premier verticille externe de trois pièces et un second verticille interne de trois pièces également. Ces deux verticilles se ressemblent beaucoup par l'aspect. Cependant les pièces externes sont sensiblement moins colorées et présentent quelquefois vers le sommet des plaques vertes qui rappellent des sépales. En outre, Payer a montré que les trois pièces externes naissent *successivement,* comme les sépales d'un calice ordinaire, tandis que les trois pièces internes naissent *en même temps,* comme des pétales. Dans les Orchidées, ces pièces externes sont encore verdâtres ou fort peu colorées. Pour toutes ces raisons et d'autres encore, on doit regarder les fleurs des Monocotylédones comme munies d'un double périanthe, d'une corolle ordinaire et d'un calice plus ou moins pétaloïde.

Les Monocotylédones descendent des Apétales et plus particulièrement des Monimiacées réduites, à réceptacle plan, telles que les *Hortonia,* ou des Phytolaccacées, telles que les *Gyrostemon.* A proprement parler, elles sont plutôt en proche parenté avec ces dernières familles et ont pour ancêtres directs des plantes voisines de celles-ci, vivant dans les eaux ou dans les marais, plantes qui ont acquis par la suite des pétales. Une branche puissante est d'abord née, branche qui s'est ensuite divisée en deux rameaux dont l'un a formé la souche des Thalamiflores et des plantes supérieures, et dont l'autre est devenu le type des Monocotylédones. Il est probable que les Monocotylédones primitives n'existent plus aujourd'hui; car les *Alisma* et les Fluviales en général, qui forment la base des Monocotylédones actuelles, sont très élevées en organisation florale. Il faut donc supposer des genres plus simples, apétales, comme en possèdent les Renonculacées et les Euphorbiacées, ou bien admettre que ce type est issu des Thalamiflores elles-mêmes après que ces plantes eurent acquis une corolle. Cette dernière supposition, qui se vérifiera peut-être plus tard, rattacherait plus directement les Monocotylédones aux Renonculacées et aux Nymphéacées actuelles. Quoi qu'il en soit, il ne s'agit ici que de resserrer ou d'éloigner d'un degré à peine des liens de parenté que tout le monde considère comme très étroits.

Les classes qu'on peut établir sont :

1° Les *Fluviales.* Série des familles : Alismacées, Butomées, Hydrocharidées, Juncaginées, Aponogétées, Potamées.

2° Les *Lirioïdes.* Série des familles : Mélanthacées, Commélynées, Liliacées, Asparaginées, Smilacées, Pontédériées, Liliacées, Dioscorées, Iridées, Amaryllidées, Hypoxydées, Vellosiées, Hémadoracées, Broméliacées, Musacées, Cannacées.

3° Les *Gynandrées.* Familles : Apostasiées, Orchidées.

4° Les *Spadicées.* Série des familles : Aroïdées, Nipacées, Phytéléphasiées, Cyclanthées, Freycinetiées, Pandanées, Palmiers, Typhacées, Naïadées.

2° Les *Glumacées.* Série des familles : Xérotidées, Aspidistrées, Ophiopogonées, Joncées, Ériocaulonées, Restiacées, Cypéracées, Graminées.

VII. — Les Thalamiflores. Ce type ou embranchement est identiquement le groupe établi sous ce même nom par de Candolle. Ce sont des plantes polypétales dont tous les organes floraux, sexuels ou accessoires, sont insérés sur un réceptacle qui peut être aplati, arrondi ou allongé, mais qui n'est jamais creusé en coupe profonde. L'ovaire, par suite, n'y est jamais infère.

Les Thalamiflores descendent des Monimiales par la branche commune des Monocotylédones. C'est également dans les Monimiacées, à réceptacle plan ou convexe, ou dans les Phytolaccacées de la série des *Gyrostemon* qu'il faut leur chercher des ancêtres directs. Ces ancêtres devaient avoir des étamines en nombre indéfini et aussi des carpelles nombreux et distincts, puisque ce caractère persiste dans la plupart des Thalamiflores, et que les étamines ne sont en nombre réduit et constant que dans quelques séries herbacées ; les carpelles aussi, quand ils ne sont pas libres, ne sont jamais intimement soudés en un ovaire composé. Les familles inférieures des premières classes de ce groupe sont encore en partie apétales. Dans les Renonculacées, par exemple, rien ne distingue les *Clematis,* les *Thalictrum,* etc., de certains *Hortonia* parmi les Monimiacées. Les Hellébores, les Nigelles, les Dauphinelles, les Aconits, etc., possèdent à peine des pétales dans ces appendices nectarifères qui sont en dedans des pièces du calice et qu'on regarde avec raison comme des étamines transformées. Dans les espèces des genres *Aquilegia* et *Ranunculus,* ces appendices, munis d'une large lame, constituent tout juste une corolle plus ou moins constante et régulière. Les Pivoines seules ont de vraies pétales, mais alors en nombre indéfini. On en peut conclure que la corolle des Renonculacées, quand corolle il y a, n'est pas fixée. Dans les Malvacées et Tiliacées, nous trouvons de même des genres qui sont apétales, tels que les *Sterculia,* les *Byttneria,* etc. Dans les Euphorbiacées, la corolle est moins fixe encore. Elle est polypétale dans les *Croton* et *Andrachne* et même gamopétale dans les *Jatropha;*

elle disparaît totalement dans les Ricins, les Mercuriales et un grand nombre d'autres genres ; les *Colliguaja* enfin perdent même leur calice et ressemblent parfaitement à des Amentacées. Tout le monde sait d'ailleurs que les Euphorbiacées ont été rangées pendant longtemps parmi les Monochlamydées. Ces familles, ces genres inséparables du type thalamiflore, sont autant de chaînons intermédiaires qui nous permettent aujourd'hui d'établir la filiation et l'origine du groupe tout entier, dans lequel on peut établir les classes suivantes :

1° Les *Ranales*. Série des familles : Renonculacées, Nymphéacées, Magnoliacées, Dillémiacées, Anonacées, Schizandrées, Ménispermées, Lardizabalées, Berbéridées.

2° Les *Euphorbiales*. Familles : Euphorbiacées, Buxacées, Empêtrées.

3° Les *Malvales*. Série des familles : Sterculiées, Malvacées, Geraniacées, Limnanthées, Balsaminées, Tropéolées, Oxalidées, Linées, Caryophyllées.

4° Les *Tiliales*. Série des familles : Tiliacées, Diptérocarpées, Chlœnacées, Terstrœmiacées, Hypéricinées, Clusiacées.

Les Tiliales pourraient fort bien être réunies avec les Malvales en une même classe, dont elles constitueraient la sous-série ligneuse. Mais, pour plus de commodité graphique et descriptive, on peut les maintenir séparées.

5° Les *Pariétales*. Série des familles : Bixinées, Cistinées, Papavéracées, Capparidées, Fumariacées, Crucifères; *Bixinées*, Droséracées, Résédacées, Violariées.

6° Les *Rutales*. Série des familles : Rutacées (Baillon), Ochnacées, Erythroxylées, Térébinthacées, Sapindacées (Baillon), Malpighiacées, Méliacées, Trémandrées, Vochysiacées, Polygalées.

VIII. — Les Cupuliflores. Cet embranchement est formé aux dépens des anciennes Caliciflores de De Candolle, et en comprend exactement toutes les familles polypétales. Ces plantes étaient regardées autrefois comme ayant un calice gamosépale, tubuleux, sur les bords duquel s'inséraient les pétales et les étamines. L'organogénie a démontré que le tube évasé, qui porte ces pièces de la fleur, n'est pas formé par les bases réunies ou le développement conné des sépales, mais qu'il fait partie intégrante du réceptacle même. Dès avant l'apparition d'un organe quelconque, l'extrémité du rameau floral s'aplatit, s'évase, et les bords se relèvent de façon à constituer une coupe souvent profonde; après un certain temps d'arrêt dans ce mode de développement, qui a amené le sommet végétatif du rameau dans une position inférieure, commencent à apparaître sur les bords mêmes de la coupe et de haut en bas d'abord les sépales qui restent libres, ensuite les pétales, puis les étamines, et finalement les carpelles, qui occupent le fond même de ce réceptacle creux. Le calice est donc ici tout aussi polysépale que dans les Thalamiflores; la forme seule du réceptacle floral y est changée. En raison même de la forme de ce réceptacle et par opposition à l'embranchement qui précède, le nom de *Cupuliflores* convient très bien à ce type, qui ne fait que conserver du reste, dans toute sa pureté, une organisation florale déjà très accentuée dans les Monimiacées.

Ainsi circonscrites et définies, les Cupuliflores ont des fleurs polysépales et polypétales avec des étamines très nombreuses et libres, réduites seulement à cinq ou à un multiple de cinq, dans quelques séries herbacées. Leurs carpelles, très nombreux et distincts au début, diminuent peu à peu de nombre et arrivent alors à se souder en un ovaire infère. Somme toute, la différenciation florale amène ici le même résultat que dans les autres embranchements : diminution de nombre et coalescence des pièces de la fleur, phénomènes d'autant plus accentués qu'il s'agit de plantes herbacées et annuelles. Les Cupuliflores forment un puissant rameau, directement issu des Monimiacées actuelles, dont elles ont, surtout dans leurs familles inférieures, tous les caractères, avec des pétales en plus. Les transitions sont nombreuses et très frappantes. Ainsi les *Calycanthus* et *Chimonanthus*, avec leur périanthe indéfini de pièces colorées, étaient placées par De Candolle à la suite des Rosacées et des Punicées. M. Baillon leur trouve, avec Jussieu, des rapports plus intimes avec les *Hortonia* et les réintègre dans sa famille de Monimiacées. Brongniart, de son côté, mettait toutes les Monimiacées dans sa classe des Myrtoïdées, avec les Myrtes, les Grenadiers et les Calycanthées, bien entendu. C'est assez dire que la filiation des Cupuliflores est encore actuellement jalonnée par une série ininterrompue de genres actuels, au point même de créer des embarras aux classificateurs. Des *Calycanthus*, Monimiacées à peine modifiées, aux Rosacées, il n'y a donc qu'un pas. Ces dernières, avec des pétales nettement définis de forme et de nombre, commencent la série des Cupuliflores pétalées. Aux Rosacées se rattachent tout d'abord les Légumineuses, où tous les carpelles avortent, sauf un; ce raccord se fait par l'intermédiaire des Connarées et des *Affoncea*, genre de Mimosées à plusieurs gousses libres.

Par les Lythrariées et Myrtacées, les Rosacées se rattachent, d'une part, aux Combrétacées et Onagriées, et, d'autre part, aux Cactées et Cucurbitacées, toutes plantes à ovaire infère. Par les Crassulacées et les Saxifragées à carpelles alternativement libres ou soudés, elles conduisent, par des dégradations florales insensibles, jusqu'aux Araliacées et aux Ombellifères, qui n'ont plus que cinq étamines et deux carpelles à leur ovaire toujours infère, et par lesquelles se termine l'embranchement. On peut distinguer comme classes :

1° Les *Rosales*. Série des familles : Calycanthées, Rosacées, Granatées, Lythrariées, Myrtacées, Oliniées, Napoléonées, Melastomacées, Combretacées, Onagriées, Haloracées, Trapées.

2° Les *Légumineuses*. Série des familles : Connarées, Mimosées, Césalpiniées, Papillonacées.

3° Les *Ficoïdes*. Série des familles : Passiflorées, Turnérées, Mésambryanthémées, Loacées, Cucurbitacées, Cactées, Portulacées.

4° Les *Rhamnales*. Série des familles : Célastracées, Rhamnées, Ampélidées.

5° Les *Saxifrages*. Série des familles : Crassulacées, Saxifragées, Ribésiacées, Philadelphiées, Hamamélidées.

6° Les *Bicarpes*. Série des familles : Cornées, Garryacées, Bruniacées, Araliacées, Ombellifères.

IX. — Les Corolliflores. C'est encore le groupe de plantes établi sous ce nom par De Candolle et regardé depuis comme le plus élevé du règne végétal. Les pièces de la fleur sont aussi rapprochées que possible sur un petit réceptacle aplati; le calice est gamosépale, la corolle gamopétale, l'un et l'autre à cinq pièces; les étamines sont en nombre égal ou moindre que les pièces de chaque périanthe. Les carpelles au nombre de 5-2, rarement plus ou moins, sont toujours soudés en ovaire à placentation axile ou centrale. Ce sont des plantes aussi souvent herbacées que ligneuses, dont les feuilles, plus que partout ailleurs, sont simples et opposées sur la tige.

Les Corolliflores descendent des Thalamiflores, et particulièrement de la classe des Tiliales par l'intermédiaire des Terstrœmiacées, avec lesquelles les Ebenacées et les Styracées ont de nombreux points de contact. Dans ces deux dernières familles en effet, les caractères typiques des Corolliflores ne sont pas encore bien fixés; les étamines y sont généralement plus nombreuses que les pièces de la corolle ou du calice, quelquefois même elles sont en nombre indéfini. Ces étamines s'insèrent sur le réceptacle de la fleur, ou tout au moins à la base même des pétales. La corolle est souvent polypétale, et il y a toujours cinq loges ou plus à l'ovaire, comme dans les Tiliales. Ce sont également des arbres ou des arbrisseaux à feuilles simples et alternes. Ce premier groupe des Corolliflores se continue, d'un côté avec les Primulacées par l'intermédiaire des Myrsinées, de l'autre avec les Solanées par l'intermédiaire des Asclépiadées, Gentianées, Convulvacées, etc. Dans toutes ces familles, la corolle est régulière, les étamines sont au nombre constant de cinq et les carpelles, composant l'ovaire, descendent à deux.

Dans une série qui fait suite aux Solanées, en commençant avec les Personnées et en finissant aux Labiées, nous trouvons, avec les mêmes éléments de l'ovaire, un androcée irrégulier qui descend à 4 et même à 2 étamines, et une corolle très irrégulière aussi et bilabiée.

Les diverses classes de Corolliflores sont :

1° Les *Isomères*. Série des familles : Ébénacées, Cyrillées, Pittosporées, Styracées, Sapotées, Salvadorées, Jasminées, Cyrillées, Éricacées, Pyrolacées, Monotropées.

2° Les *Centrales*. Série des familles : Myrsinées, Primulacées, Utriculariées, Plumbaginées.

3° Les *Asclépiades*. Série des familles : Apocynées, Asclépiadées, Loganiacées, Gentianées, Convolvulacées, Solanées.

4° Les *Aspérifoliées*. Série des familles : Polémoniacées, Hydrophyllées, Hydroléacées, Cordiacées, Boraginées.

5° Les *Labiales*. Série des familles : Scrofulariées, Orobanchées, Gesnéracées, Bignoniacées, Sésamées, Acanthacées, Verbénacées, Stilbinées, Myoporinées, Sélaginées, Globulariées, Labiées.

X. — Les Épicorolliflores. Ce type ou embranchement est formé des Caliciflores gamopétales de De Candolle, reportées avec raison par Adrien de Jussieu et Decaisne à la suite des Corolliflores et en tête du règne végétal. Ce sont, en effet, les plantes dans lesquelles la fleur est à la fois la plus réduite et la plus compliquée par la soudure des verticilles entre eux. Avec tous les caractères des Corolliflores ordinaires, et notamment avec un calice gamosépale et une corolle gamopétale, l'ovaire devient en outre infère en se soudant avec le tube du calice; ce qui donne à la corolle et aux étamines, repoussées vers le haut, une insertion épigyne, comme dans certaines Cupuliflores. L'ovaire, formé de deux carpelles, est à deux loges au début; mais il finit souvent par perdre une de ses loges et par devenir uniloculaire et uniovulé, ce qui le réduit à la plus simple expression possible. Les stigmates seuls permettent alors de retrouver le nombre des carpelles composants. Les étamines, réduites à 5 ou à moins, finissent encore par se souder par leurs anthères. Il eût été possible de fondre cet embranchement dans le précédent, dont il aurait formé une série à ovaire infère, de même que nous avons réuni dans une même classe parmi les Monocotylédones, celle des Lirioïdes, des plantes à ovaire infère et des plantes à ovaire supère. Mais, étant données la force de ce rameau et l'importance majeure de quelques-unes de ces familles, il semble préférable de l'élever lui-même à la dignité de type ou de grand embranchement.

Les Épicorolliflores sont issues des Corolliflores ligneuses inférieures, peu après la séparation de celles-ci d'avec les Tiliales. La branche corolliflore s'est ainsi bifurquée dès son origine. Les Campanulacées, avec leurs carpelles plus nombreux, ressemblent beaucoup à des Éricacées à ovaire infère; et les Caprifoliacées se rapprochent des *Symplocos*, de la famille des Styracées, ce dernier genre ayant aussi un ovaire absolument infère. Il est du reste à remarquer que toutes les Styracées ont des tendances à acquérir un ovaire semi-infère. Les Épicorolliflores se terminent pour les Composées les plus réduites de toutes dans la structure de leur fleur.

Ce dernier embranchement ne comporte que deux classes déjà établies avec les noms que nous reproduisons, par le plus grand des Jussieu. Ce sont :

1° Les *Corisanthérées*. Série des familles : Caprifoliacées, Campanulacées, Lobéliacées, Rubiacées, Valérianées, Dipsacées.

2° Les *Synanthérées* enfin. Série des familles : Goodéniacées, Brunnoniacées, Stylidées, Composées.

Les Labiées et les Composées, avec les familles qui se groupent respectivement autour d'elles, sont les derniers termes, les derniers rameaux des deux branches de Corolliflores. Elles s'étendent, comme vous le voyez, au faîte de l'arbre végétal. Comme ce sont les dernières venues, elles dominent dans la végétation actuelle. Les Composées notamment sont actuellement campées un peu partout sous toutes les latitudes et sous les climats; elles marchent à la conquête de la terre, à l'aide de trois cent mille représentants au moins, dont chacun est par lui-même une légion. Ce sont les plantes du moment et ce seront sans doute celles de l'avenir. Il est possible, en effet, que la constitution générale de la fleur actuelle vienne à changer et que le capitule condensé des Composées devienne le point de départ d'une fleur plus complexe et plus perfectionnée, par l'amplification des tendances actuelles des Radiées. Nous verrions alors se produire, avec des fleurs entières, ce qui s'est déjà passé pour de simples

organes sexuels lors de la venue des Monimiacées, c'est-à-dire une concentration nouvelle des organes de reproduction éminemment favorable dans la lutte pour l'existence.

Ainsi, messieurs, se développe, des Algues unicellulaires et des Protophytes jusqu'aux magnifiques Corolliflores et Composées actuelles, en passant par les élégantes Fougères, les bizarres Cycadées ou Conifères, les Amentacées et les Tiliacées gigantesques, les arbres fleuris dont les orangers, les camélias, les rhododendrons et sapotilliers sont quelques-uns des plus beaux représentants, une série immense, innombrable, ininterrompue d'individus, d'espèces et de familles, nées les unes des autres dans le cours des âges terrestres, familles dont les descendants actuels, frères, cousins ou parents à tous les degrés, vivent en paix ou en guerre, couvrent la planète et la parent à nos yeux. Ce prodigieux enfantement, ce flot montant de vie végétale qui a de plus en plus inondé le sol émergé jusque dans ses plus hauts sommets, cette impulsion créatrice qui accumule forme sur forme pour donner à chaque coin de terre des êtres à nourrir, et pour utiliser chaque rayon de soleil, tout cela est bien fait pour étonner l'esprit et séduire l'imagination. N'est-ce pas en effet un spectacle sublime et de haute poésie, que de contempler cette nature vivante, constamment en état de gestation, pour qui la procréation d'individus et d'espèces est la chose sacro-sainte? Les Grecs, le peuple du monde qui a eu le sentiment le plus vif et le plus profond des choses et des agents naturels, avaient mille fois raison, s'il leur fallait des dieux et s'ils voulaient adorer quelque chose, de déifier la nature terrestre, qui produit et nourrit tant d'êtres divers, la *Terra alma mater parens rerum*, la Cybèle antique toujours féconde et inépuisable.

Dr J. GUILLAUD,
Professeur d'histoire naturelle à la Faculté de médecine de Bordeaux.

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE

UNIVERSITÉ DE LIÈGE

COURS DE M. LÉON FREDERICQ

La coagulation du sang.

Le sang soustrait à l'organisme ne tarde pas à se coaguler spontanément par suite de la prise en masse d'une substance qui, depuis Fourcroy, porte le nom de *fibrine*. La lymphe, le chyle, un grand nombre d'exsudats pathologiques partagent cette propriété. Des changements analogues s'observent dans plusieurs solides de l'organisme : c'est ainsi que les muscles, les cartilages, certains parenchymes glandulaires, le foie par exemple, éprouvent après la mort une augmentation de consistance à laquelle on a donné le nom de *rigidité cadavérique*.

Nous laissons pour le moment de côté les phénomènes de ce genre qui se produisent dans les tissus solides de notre corps. Toutes les expériences que nous allons exécuter devant vous auront trait à la *coagulation du sang* et seront applicables également à celle de la lymphe et du chyle.

Le chien que vous voyez ici a été narcotisé avant la leçon par une injection hypodermique de 10 centigrammes de chlorhydrate de morphine : on le maintient dans un état d'insensibilité complète en lui faisant respirer de temps en temps quelques gouttes de chloroforme. Nous avons introduit une canule dans l'artère crurale et fait une légère saignée il y a une dizaine de minutes. Il nous suffit, comme vous le voyez, de desserrer la petite pince à pression qui comprime l'artère pour obtenir un jet de sang rutilant, vigoureux et saccadé. Ce sang parfaitement liquide au moment où nous le tirons ne tardera pas à se transformer en une gelée cohérente. L'échantillon que nous avons recueilli dans ce gobelet quelques minutes avant la leçon est déjà si bien pris, si bien coagulé que nous pouvons retourner ce vase sans qu'il s'en échappe une goutte.

En examinant tout à l'heure au microscope un fragment de la masse coagulée, vous pourrez constater que cette masse n'est pas homogène, vous y distinguerez un réseau d'une substance filamenteuse emprisonnant dans ses mailles les globules rouges et la partie liquide du sang. Le caillot subit bientôt une rétraction spontanée qui a pour effet d'exprimer peu à peu au dehors la plus grande partie du liquide et de faire diminuer d'autant son propre volume. Ce liquide, comme nous le verrons, n'est autre chose que le *plasma* moins la *fibrine* et porte le nom de *sérum*. Avant la coagulation, le sang se compose donc de globules et de plasma : après la coagulation, de globules, de sérum et de fibrine. La preuve que c'est bien à cette fibrine qu'il faut attribuer la prise en masse du liquide, c'est que le sang privé de cette substance ne se coagule plus. Si nous battons le sang à sa sortie du vaisseau, à l'aide d'une baguette de baleine, la fibrine, au lieu de former corps avec les autres éléments du sang, se dépose en masses fibreuses à la surface de la baguette et le reste du sang, le sérum tenant en suspension les globules, reste parfaitement liquide. C'est le procédé que vous verrez employer dans tous les abattoirs pour empêcher le sang de porc de se coaguler et permettre d'en faire des boudins.

D'où vient cette fibrine? quel est l'agent qui la fait passer à l'état solide? Il semble assez naturel d'attribuer la cause de cette coagulation à l'une des circonstances nouvelles dans lesquelles se trouve placé le sang au moment de la saignée. Soustrait à l'organisme, il se refroidit, il subit le contact de l'air, il n'est plus animé du mouvement de la circulation. Nous allons vous montrer qu'aucune de ces conditions nouvelles, le froid, l'air, le repos, ne peut être considérée comme cause de la coagulation et que la réunion de ces trois agents est elle-même impuissante à expliquer le phénomène.

Loin d'accélérer la séparation de la fibrine, le refroidissement exerce une action défavorable sur sa production et peut même suspendre la coagulation. Nous recevons ici trois échantillons de sang dans trois tubes à paroi mince; l'un entouré de glace, le second d'eau chaude, le troisième à

la température ambiante. Le sang où l'on empêche le refroidissement sera coagulé bien avant les autres; celui dont la température aura brusquement été abaissée à 0° pourra rester liquide pendant des heures entières. Nous utiliserons cette action suspensive du froid pour laisser aux globules le temps de se déposer au fond du vase et pour recueillir séparément la couche de plasma surnageante. La coagulation n'est pas abolie ici, il suffit d'une élévation d'un petit nombre de degrés pour que le phénomène apparaisse de nouveau.

Le battage du sang qui accélère le dépôt de fibrine nous montre que ce n'est pas le mouvement de la circulation qui empêche le sang de se coaguler à l'intérieur des vaisseaux. On ne saurait non plus invoquer le contact de l'air comme condition de la coagulation. Nous recevons directement sur la cuve à mercure, dans cette petite cloche, une certaine quantité de sang, qui n'a pas subi le contact de l'air et qui ne s'en coagulera pas moins. Le garçon de laboratoire va prendre une autre cloche à moitié remplie de sang sur la cuve à mercure; il va la boucher exactement avec le doigt et la maintenir dans de l'eau à + 39° en ayant soin de l'agiter continuellement. Le sang dans cette expérience n'est soumis ni au froid, ni au repos, ni au contact de l'air, et cependant la fibrine se déposera rapidement.

On peut faire une expérience pour ainsi dire inverse de la précédente. Le gros vaisseau, lié à son extrémité inférieure, que vous voyez suspendu à ces crochets, est une veine jugulaire qui a été extraite ce matin à l'abattoir sur un cheval récemment assommé. La veine est encore remplie à moitié de sang qui reste liquide, quoiqu'il soit soumis à la fois au repos, au refroidissement et au contact de l'air par sa partie supérieure.

Ces expériences, dont plusieurs datent du siècle dernier, nous portent à admettre que le sang tire de lui-même tous les éléments de sa coagulation : celle-ci ne s'explique ni par addition, ni par soustraction de quelque chose de matériel. Les théories de Richardson et de Scudamore attribuant la coagulation à la volatilisation de l'ammoniaque du sang ou au départ de l'acide carbonique n'ont donc pas plus de valeur que celles qui font jouer un rôle à l'un des gaz de l'air (Hewson, Eichwald, Mathieu et Urbain).

Si le principe de la coagulation ne vient pas du dehors, pourquoi le sang reste-t-il fluide chez l'animal vivant? Quel est ici l'agent qui s'oppose à la coagulation à l'intérieur des vaisseaux? On sait depuis longtemps que le sang ne se coagule qu'imparfaitement dans les cadavres. Hewson montra le premier que le sang compris entre deux ligatures dans un segment vasculaire ne se coagule qu'au bout d'un temps fort long. Vous avez vu que le sang reste parfaitement liquide dans cette veine de cheval, quoiqu'elle ait été extraite depuis plusieurs heures. Déversons une partie de ce sang dans ce gobelet, il ne tardera pas à s'y coaguler. La nature du vase dans lequel il est contenu ne paraît donc pas indifférente.

Brücke appela le premier l'attention sur les faits de cet ordre. Il montra que le sang reste fluide tant qu'il est en contact avec la paroi vasculaire vivante et intacte, qu'il se coagule dans tous les cas où on le soustrait à cette influence. Brücke admettait une action anticoagulante de la paroi vasculaire. Nous formulerons ces faits un peu différemment et nous dirons : le sang reste liquide dans les vaisseaux, non parce que la paroi de ces derniers l'empêche de se coaguler, mais parce qu'il n'y subit pas le contact avec un corps étranger autre que cette paroi.

Ce contact avec un corps étranger est, en effet, suffisant pour provoquer la coagulation du sang, que ce liquide soit ou non contenu dans un vaisseau vivant. Notre veine de cheval contient encore un peu de sang liquide, projetons-y quelques gouttelettes de mercure, un fragment de verre, et nous verrons avant la fin de la séance ces corps étrangers devenir le point de départ de la coagulation qui envahira de proche en proche le reste du liquide, malgré la présence de la paroi vasculaire.

Voici l'autre veine jugulaire du cheval abattu ce matin. Immédiatement après l'avoir liée et extraite, on l'a subdivisée en quatre segments à l'aide de trois nouvelles ligatures. Dans deux de ces segments nous avons introduit avec précaution à travers la paroi de minces stylets de verre bien aigus, étirés dans la flamme : les deux autres segments servent de témoins. Nous ouvrons successivement ces quatre segments. Vous constatez qu'autour de chacun des stylets faisant office de corps étrangers s'est formé un caillot fibrineux, tandis que le sang est resté liquide dans les deux segments témoins. La même expérience peut se faire chez l'animal vivant : tout corps étranger introduit dans le système circulatoire sanguin, même des fragments de tissus vivants, os, tendons, etc., ne tarde pas à s'y recouvrir de caillots. La paroi vasculaire elle-même, lorsqu'elle s'altère, peut faire office de corps étrangers et devenir un centre de coagulation.

Si l'on cherche à suivre au microscope ce phénomène de la coagulation à la surface des corps étrangers, on trouve que le dépôt de fibrine a toujours pour point de départ des amas de globules blancs qui viennent s'y agglutiner. Nous reviendrons bientôt sur ce fait.

La seule conclusion que l'on puisse tirer de tout ce qui précède, c'est que le sang reste liquide tant qu'il est contenu à l'intérieur des vaisseaux, qu'il se coagule, au contraire, dès qu'il en sort et qu'il est mis en contact avec des corps étrangers. Les procédés physiques d'investigation nous apprennent donc fort peu de chose sur ce phénomène en lui-même. Tout garçon d'abattoir intelligent aurait pu nous donner des renseignements analogues.

Les méthodes chimiques vont, au contraire, nous permettre d'isoler les générateurs de la fibrine. Dès que nous pouvons répéter le phénomène dans un verre à expérience, nous le dominons : il ne reste plus qu'à l'étudier par une analyse patiente.

On sait depuis la fin du siècle dernier que c'est dans la partie liquide du sang, dans le plasma et non dans les globules rouges, qu'il faut chercher les générateurs de la fibrine. (Hewson). On peut le démontrer de différentes façons. Il faut pour cela séparer les globules du plasma avant que la coagulation ait envahi ce dernier. On ne peut songer à la filtra-

tion : les globules rouges sont des corps tellement mous qu'ils se glissent à travers les pores du papier le plus fin. Il faut opérer par décantation, attendre que les globules rouges, en vertu de leur poids spécifique plus élevé, se soient rassemblés au fond du vase. Tandis que le sang de bœuf, en admettant qu'on y suspende la coagulation, ne donnerait souvent après plusieurs jours d'attente qu'une couche de liquide à peine perceptible, le sang des solipèdes, celui du cheval en particulier, commence au bout de quelques minutes à se séparer en un liquide jaunâtre qui surnage (plasma) et en une bouillie de globules rouges gagnant les parties inférieures. Le sang de cheval présente, en outre, l'avantage de se coaguler plus lentement que celui d'aucun autre mammifère. Néanmoins la coagulation le saisit en général au moment où cette stratification ne fait que commencer (*crusta phlogistica*), de sorte qu'il est à peu près indispensable de suspendre la production de la fibrine en refroidissant rapidement le sang au moment de la saignée. On le reçoit dans un vase à large surface, mais de faible contenance, entouré de glace ou d'un mélange réfrigérant, comme vous l'avez vu faire tantôt. On peut alors recueillir séparément le plasma et les globules. Le plasma se coagule dès qu'on le soustrait à l'influence du froid. Les globules, au contraire, restent à l'état de bouillie. S'il s'y produit une coagulation, on peut la rapporter à la petite quantité de plasma qui les baigne.

On peut également utiliser la propriété qu'offrent les veines extraites du corps de conserver fluide le sang qu'elles contiennent.

Enfin nous possédons un troisième moyen plus commode que les deux premiers. Les solutions salines neutres suffisamment concentrées, chlorure de sodium, sulfate de sodium ou de magnésium, mélangées avec le sang au moment de la saignée, exercent sur lui une action analogue à celle du froid : elles suspendent le phénomène de la coagulation.

Nous laissons couler du sang de chien dans ce gobelet dont le tiers de la capacité est occupé par une solution saturée de sulfate de magnésium. Nous achevons de le remplir en ayant soin de bien opérer le mélange du liquide sanguin avec la solution saline. Le liquide ainsi obtenu ne se coagulera pas. Après quelques heures, les globules seront tous précipités et le plasma se trouvera en entier placé au-dessus de ces corpuscules. On pourra le recueillir à l'aide d'une pipette. Le plasma ainsi dilué contient les générateurs de la fibrine et va nous permettre de les isoler et de les étudier.

C'est à Denis que l'on doit le moyen de préparer la substance albuminoïde qui, dans la coagulation, se transforme en fibrine. Il réussit à l'extraire du plasma dilué en saturant ce liquide à l'aide de chlorure de sodium en poudre.

Nous répétons devant vous cette expérience mémorable. Le chlorure de sodium produit un précipité floconneux que nous recueillons sur le filtre. La pâte molle, blanchâtre, ainsi obtenue, se redissout facilement dans l'eau en formant une solution parfaitement limpide après filtration. Vous verrez cette solution se prendre spontanément en gelée à la façon du sang. Comme le phénomène pourrait ne pas être terminé avant la fin de la séance, nous avons eu soin de préparer la même solution il y a une couple d'heures. Vous voyez qu'elle est déjà entièrement prise et présente l'aspect d'une fort belle gelée hyaline. Le battage de cette solution aurait fourni la fibrine sous forme d'enduit fibreux recouvrant la baguette de baleine, comme cela a lieu pour le sang.

Denis avait donné le nom de *plasmine* à cette pâte blanchâtre que le chlorure de sodium précipite du plasma sanguin et qui se transforme en fibrine. Le phénomène de la coagulation consistait, d'après lui, en un dédoublement de la plasmine en *fibrine concrète*, d'une part, en *paraglobuline* (*fibrine dissoute* de Denis), d'autre part. C'est là une erreur. La paraglobuline qu'on retrouve après la coagulation dans les solutions de plasmine y existait déjà avant la coagulation et n'est pas un produit de la plasmine. La plasmine n'est pas une substance pure, comme le croyait Denis, mais un mélange de deux substances albuminoïdes. L'une, qui se transforme en fibrine et qui disparaît par le fait de la coagulation, a reçu le nom de *fibrinogène*; l'autre, la *paraglobuline* (fibrine dissoute, albuminate alcalin, globuline du sérum, substance fibrinoplastique sont des dénominations qu'on a tour à tour appliquées à la paraglobuline du sang), se retrouve après la coagulation.

Ces deux substances appartiennent au groupe des globulines de Hoppe-Seyler et, comme telles, offrent un grand nombre de propriétés communes. Elles sont insolubles dans l'eau distillée, mais se dissolvent à la faveur d'une petite quantité de sel à métal alcalin : c'est dans cet état qu'elles se trouvent dans le sang. La saturation par le chlorure de sodium, le sulfate de magnésium, etc., les précipite plus ou moins complètement de leurs solutions et permet de les extraire ensemble du plasma sanguin, d'extraire la paraglobuline seule du sérum sanguin. Cette similitude de propriété rend leur séparation fort difficile. Il faut, pour obtenir des solutions de fibrinogène plus ou moins exemptes de paraglobuline, recourir, comme l'a fait Hammarsten, à des précipitations fractionnées du plasma sanguin à l'aide d'une solution saturée de chlorure de sodium. Le fibrinogène se précipite avant la paraglobuline.

Les principaux caractères qui peuvent faire distinguer le fibrinogène de la paraglobuline sont la grande altérabilité du fibrinogène, sa facile transformation en fibrine et son point de coagulation par la chaleur $+ 56^\circ$, qui est très différent de celui de la paraglobuline ($+ 75^\circ$). Il est très probable aussi que son pouvoir rotatoire spécifique α D pour le plan de la lumière polarisée est différent de celui de la paraglobuline qui est de 47°,8. La coagulation par la chaleur permet de démontrer facilement que la plasmine est un mélange de deux substances albuminoïdes : si l'on chauffe graduellement une solution de plasmine, on obtient vers $+ 55^\circ$ des grumeaux de fibrinogène coagulé; le liquide filtré peut ensuite être porté jusque près de $+ 75^\circ$ avant que la paraglobuline ne se coagule à son tour.

Ces deux substances, le *fibrinogène* et *la paraglobuline*, ne sont pas des produits artificiels nés sous l'influence des réactifs employés à les préparer; elles préexistent à côté de l'albumine dans le plasma sanguin alors que celui-ci est

encore contenu dans la veine. Supposons une veine de cheval gonflée de sang, liée aux deux bouts et suspendue verticalement, de façon à permettre aux globules rouges de gagner les parties déclives. On peut bientôt isoler par une ligature le segment veineux supérieur qui ne contient que du plasma dont on constate la limpidité par transparence. Renfermons ce segment de veine dans un tube de verre que nous chauffons au bain d'eau. Nous pourrons atteindre la température de +55°,5 sans que le plasma perde sa limpidité et la propriété de se coaguler au sortir du vaisseau. Dès que nous atteignons +56°, le liquide devient trouble, le fibrinogène se précipite sous forme de grumeaux nageant dans un liquide qui a irrévocablement perdu la propriété de se coaguler et de former de la fibrine. Ce liquide contient encore l'albumine et la paraglobuline et ressemble sous ce rapport au sérum sanguin.

Le plasma sanguin contient donc avant la coagulation trois substances albuminoïdes : le *fibrinogène,* qui disparaît en donnant naissance à la fibrine; la *paraglobuline* et l'*albumine,* qui se retrouvent après la coagulation.

Le poids de la fibrine formée ainsi n'atteint jamais celui du fibrinogène qui existait en solution. Le rapport, entre la quantité de fibrine obtenue et la quantité de fibrinogène disparue, varie avec le degré d'alcalinité du liquide et différentes autres circonstances mal déterminées. Il reste là plusieurs points obscurs à éclaircir.

D'après Hammarsten, le fibrinogène disparu se serait transformé en paraglobuline. Il y aurait là un dédoublement analogue à celui que Denis admettait pour sa plasmine.

Sous quelle influence le fibrinogène se transforme-t-il en fibrine? Pourquoi ce phénomène ne se passe-t-il pas dans le sang qui circule? Les travaux d'Alexandre Schmidt ont fait faire un grand pas à cette question. L'illustre physiologiste de Dorpat a démontré que le fibrinogène seul était incapable de fournir de la fibrine. La présence simultanée de la paraglobuline serait indispensable; aussi avait-il donné à cette substance le nom de fibrinoplastique. Cette partie de la théorie d'Alexandre Schmidt n'est rien moins que démontrée. Il paraît, au contraire, établi par les recherches de Hammarsten que des solutions de fibrinogène entièrement exemptes de paraglobuline sont aptes à fournir de la fibrine.

Alexandre Schmidt a été plus heureux quand il a démontré que la transformation du fibrinogène en fibrine pouvait être comparée à une fermentation, que le phénomène nécessitait la présence d'une substance qui se retrouve intacte après la coagulation et à laquelle il donna le nom de *ferment de la fibrine.*

Ce ferment n'existe pas encore dans le sang qui circule; il se forme au moment où le sang, sortant des vaisseaux, vient subir le contact des corps étrangers. Ce ferment dérive des globules blancs.

Une foule de faits démontrent l'exactitude de cette théorie. La coagulation du sang est précédée d'une *période latente* de la coagulation pendant laquelle se produit le ferment de la fibrine. Dans la préparation de la plasmine de Denis, on obtient un produit qui se coagule plus ou moins vite suivant qu'on a laissé s'écouler plus ou moins de temps entre le moment où le sang est tiré, et celui où il se mélange au sulfate de magnésium qui arrête la coagulation et la production du ferment. Si l'on reçoit directement le sang dans la solution saline, le ferment n'a guère le temps de se former, et le mélange de fibrinogène et de paraglobuline, obtenu en précipitant par le chlorure de sodium, fournit une solution qui montre fort peu de tendance à la coagulation. Au contraire, si l'on opère le mélange plusieurs minutes après la saignée, le sang est déjà riche en ferment, et la solution de plasmine qu'on en prépare se coagule spontanément au bout de fort peu de temps.

A l'exemple des ferments digestifs, le ferment de la fibrine se retrouve intact après que la coagulation est terminée : on peut l'extraire, soit du sérum, soit du sang coagulé par les procédés généraux qui servent à extraire les autres ferments : précipitation par l'alcool, puis traitement du résidu insoluble dans l'alcool par une petite quantité d'eau. Le ferment précipité par l'alcool se redissout et fournit un liquide très actif.

Il nous suffit d'ajouter quelques gouttes de ce liquide à cette solution de fibrinogène qui par elle-même offre peu de tendance à la coagulation, pour la trouver coagulée au bout de peu de temps.

Comme la pepsine et la diastase, le ferment de la fibrine se laisse facilement entraîner mécaniquement par tous les précipités qui se forment dans ses solutions : ceci nous explique pourquoi les précipités de plasmine obtenus par le chlorure de sodium contiennent généralement des quantités notables de ce ferment.

Le ferment de la fibrine, avons-nous dit, commence à se former dès que le sang sorti des vaisseaux arrive en contact avec des corps étrangers; il ne préexiste pas dans le sang qui circule. En effet, si l'on cherche à préparer une solution de ferment en recevant directement dans l'alcool le sang au sortir de l'artère, on obtient une solution complètement inactive, — c'est lorsque la coagulation est terminée que le sang fournit les solutions de ferment les plus actives.

Enfin c'est aux dépens des globules blancs que paraît se former le ferment de la fibrine. Si l'on cherche à recueillir une certaine quantité de leucocytes par filtration, on réussit à en préparer des solutions de ferment fort actives. Ceci est en parfait accord avec le fait signalé tantôt, à savoir que la coagulation à la surface d'un corps étranger débute toujours par un dépôt de leucocytes. L'observation microscopique montre d'ailleurs dans certains cas la formation de fines fibrilles de fibrine à la surface des globules blancs.

Le phénomène de la coagulation du sang présente dans ses allures générales un grand nombre de points de ressemblance avec les autres fermentations connues.

A mesure que la température baisse, l'énergie de la coagulation diminue; à 0°, elle est complètement suspendue. La température la plus favorable à sa production paraît être un peu supérieure à celle du corps. La limite supérieure est naturellement le point de précipitation du fibrinogène par la chaleur +56°.

Le ferment de la fibrine a besoin, pour exercer convenablement son action, d'un milieu à composition chimique spéciale : une solution aqueuse de fibrinogène, ni trop riche ni trop pauvre en sels. Nous avons vu que l'addition de sels neutres Na Cl, Mg SO4, Na_2 SO4, etc., empêche le sang de se coaguler. La présence des acides ou des alcalis en quantité notable a la même action.

Quoique les globules rouges n'interviennent pas directement dans la production de la fibrine, la présence de l'hémoglobine exerce une action adjuvante très marquée : il en est de même de celle de la mousse de platine et en général de toutes les substances qui catalysent l'eau oxygénée.

Enfin la coagulation du sang est accompagnée d'un dégagement de chaleur assez marqué pour être sensible au thermomètre ordinaire.

En résumé, voici quelle nous semble être l'hypothèse la plus probable sur le phénomène de la coagulation du sang :

Tant que le sang circule, le fibrinogène du plasma sanguin reste en dissolution parce que l'élément de sa transformation en fibrine, le ferment, n'existe pas encore dans ce liquide. Le plasma contînt-il d'ailleurs une certaine quantité de ferment, qu'une coagulation du fibrinogène n'en serait pas la conséquence fatale ; on a prouvé, en effet, que des solutions de ferment injectées chez l'animal vivant dans le torrent circulatoire y étaient promptement détruites. Ainsi s'explique peut-être ce fait que la transfusion de sang défibriné, contenant par conséquent du ferment, n'est pas nécessairement suivie de coagulation dans les vaisseaux.

Au moment où le sang sort des vaisseaux, il arrive en contact avec des corps étrangers qui semblent exercer sur les globules blancs une action irritante, sous l'influence de laquelle ces organismes élémentaires produisent le ferment de la fibrine. Ce ferment, se répandant dans le liquide ambiant, y provoque la transformation du fibrinogène en fibrine.

LÉON FREDERICQ,
Professeur à l'Université de Liège.

A consulter : Hewson, *Experimental Inquiry into the properties of the blood*, 1770. — John Hunter, *Works on the blood*. — Brücke, *Virchow's Archiv*, XII, p. 81 et p. 172, 1857. — Denis, *Études chimiques*, 1842 ; *Mémoire sur le sang*, Paris, 1859. — Mantegazza, *Annali universali di medicina*, 1871. — Glénard, *Contributions*, etc., Paris, 1875. — Hoppe-Seyler, *Handbuch*, 1875. — Alex. Schmidt, *Arch. f. Anat. u. Physiol.*, 1861, p. 545 et 676 ; 1862, p. 428 et 533 ; *Arch. f. d. ges. Physiol.*, VI, p. 413 ; IX, p. 353 ; XI, p. 291 et 515 ; XIII, p. 93 et 146 ; *Die Lehre v. d. ferment. Gerinnungsersch. Dorpat.*, 1876. — Hammarsten, *Nova Act. Rog. Soc. Upsal*, ser. 3, XI ; *Upsala läkareförenings förhandligar*, XI ; *Arch. f. d. ges. Physiol.*, XIV, p. 211 ; XVII, p. 413 ; XVIII, p. 38 ; XIX, p. 563 ; XXII, p. 431, 1880. — Léon Fredericq, *Arch. Zool. exp.*, 1877, n° 1 ; *Bull. Acad. Belgique*, LXIV, n° 7, 1877 ; *Recherches*, etc., Gand, 1878 ; *Arch. Biologie*, I, 3, p. 457, 1880.

CONGRÈS SCIENTIFIQUES

ASSOCIATION FRANÇAISE POUR L'AVANCEMENT DES SCIENCES
SESSION DE REIMS

Comptes rendus des travaux de la section de météorologie.

Les communications n'ont pas manqué cette année à la section de météorologie et un grand nombre d'entre elles ont certainement présenté de l'intérêt. M. A. Angot, météorologiste titulaire au bureau central, qui présidait cette section, était mieux que tout autre placé pour centraliser les travaux qui n'avaient pu être présentés par leurs auteurs et il y a lieu de le féliciter de la manière consciencieuse dont il a cherché à faire valoir les notes qui lui avaient été ainsi adressées.

Nous n'avons pas l'intention de donner ici un aperçu de toutes les communications faites à Reims. Trois mois sont déjà écoulés depuis le congrès, c'est assez par le temps qui court pour enlever à ce compte rendu son caractère d'actualité. Nous nous contenterons donc d'analyser rapidement les travaux qui nous ont paru présenter le plus d'importance.

M. *H. Viguier*, professeur à la Faculté des sciences de Montpellier, avait exposé l'an dernier quelques considérations sur le phénomène encore si mystérieux de la grêle. Il a cherché à les compléter cette fois autant que cela était possible.

La vitesse des orages de grêle est en général supérieure à celle des orages de pluie. La vitesse que les grêlons peuvent acquérir suivant la verticale ne saurait, d'après M. Viguier, dépasser une valeur assez faible qui reste proportionnelle à la racine carrée de leur diamètre. C'est au bout de 4 à 5 secondes seulement qu'ils atteignent leur régime uniforme. Tandis que la vitesse du vent peut atteindre 40 ou 50 lieues à l'heure, celle de la chute des grêlons ne dépasse jamais 20 ou 25 lieues.

« La grêle, disait Monge en 1790, présente deux difficultés qui ont occupé les physiciens et qu'on n'a pas encore résolues d'une manière satisfaisante. La première est la formation même de ce météore ; la seconde est qu'il n'ait jamais lieu pendant l'hiver, tandis qu'au premier abord cette saison paraîtrait la plus favorable à sa production. » En réalité, Monge est ici dans l'erreur, car on cite quelques exemples de grêle en hiver.

M. Viguier semble attribuer la formation de la grêle à l'action d'un vent froid et violent sur un nuage de pluie ordinaire.

M. *Angot* a remarqué que toutes les formules que l'on a proposées successivement pour la mesure des hauteurs au moyen des observations barométriques doivent être vérifiées en comparant les nombres qu'elles fournissent pour la différence de hauteur de deux stations, avec le résultat d'un nivellement direct. Pour se rapprocher autant que possible de la condition théorique d'équilibre statique de l'air, qui sert toujours de point de départ, il convient d'opérer cette vérification, non sur des observations isolées, mais sur des

moyennes mensuelles ou annuelles. On trouve alors que les altitudes ainsi calculées varient avec l'heure et la saison : la station supérieure semble plus haute le jour et en été, plus basse la nuit et en hiver. Ce fait, mis d'abord en évidence par M. Plantamour, a été retrouvé fréquemment depuis et quelle que soit la formule qui ait été employée.

L'amplitude de ces variations est loin d'être négligeable : d'après les calculs de M. Plantamour, la variation diurne de la hauteur du grand Saint-Bernard, déduite des observations du Saint-Bernard et de Genève, atteint 17 mètres en décembre et dépasse 47 mètres en juin. La variation annuelle est de même sens : la moyenne des observations de juin donne une hauteur supérieure de 25 mètres à celle qui résulte des nombres de janvier.

M. Plantamour a le premier attribué ces anomalies à ce fait que l'on introduit dans les calculs, au lieu de la véritable température moyenne de la couche d'air comprise entre les deux stations, la demi-somme des températures observées en haut et en bas, hypothèse qui, en effet, ne saurait être toujours exacte. Mais, si l'on connaît la différence d'altitude, on peut résoudre la formule barométrique par rapport à la température et comparer le nombre ainsi obtenu à la moyenne arithmétique des températures observées. On trouve ainsi que la correction à faire subir à cette demi-somme, pour que la formule barométrique donne des résultats exacts, varierait, pour Genève et le Saint-Bernard, entre + 2°, 9 et — 4°,4. De telles corrections paraîtront probablement bien fortes, si l'on songe que la différence de température des deux stations n'atteint pas 11° en moyenne.

De plus, il est facile de voir *a priori* que les hauteurs calculées devraient présenter des variations précisément de sens contraire à celles que nous avons signalées plus haut. Dans le jour ou pendant l'été, en effet, par suite de la dilatation, une partie de l'air qui se trouvait primitivement entre les deux stations passe au-dessus de la station supérieure. Le poids de la quantité d'air comprise entre les deux niveaux diminue donc, et l'on devrait trouver ainsi une moindre différence d'altitude. Inversement, ce même poids augmente pendant la nuit et en hiver, et la hauteur calculée devrait alors être supérieure à la hauteur vraie.

L'auteur a cherché un mode de calcul qui pût satisfaire à ces dernières conditions, tout en donnant, sur les hauteurs absolues, une approximation au moins égale à celle que l'on obtient avec les meilleures formules employées jusqu'à ce jour. Le principe de la méthode est le suivant : on calcule séparément, en ne faisant intervenir que des conditions purement théoriques, la hauteur de chacune des stations au-dessus d'un même plan, celui où la pression serait égale à 760^{mm} au moment de l'observation, et l'on prend ensuite la différence des deux nombres.

La formule employée pour ce calcul est celle de Laplace,

$$[1] \qquad Z = A\left(1 + \alpha\frac{t+t'}{2}\right)(1 + 0{,}00260 \cos 2\lambda)\left[\left(1 + \frac{z}{R}\right)\log\frac{h}{760} + 0{,}868589\frac{z}{R}\right],$$

dans laquelle nous prendrons α, coefficient de dilatation du gaz, égal à 1/2737, R, rayon moyen de la Terre, égal à 6 360 200^{m}.

Les avantages des Tables nouvelles de M. Angot sont les suivants :

1° Elles donnent directement la hauteur de chaque station au-dessus du plan où la pression est égale à 760 millimètres. Ce nombre est également voisin de l'altitude vraie, ce qui est commode et donne une première idée de la hauteur sans qu'on ait besoin de comparer les résultats obtenus aux deux stations.

2° Bien qu'il n'ait été fait usage d'aucun coefficient empirique, l'exactitude est au moins aussi grande qu'avec les meilleures formules proposées jusqu'à ce jour.

3° Les hauteurs calculées diffèrent toujours des *hauteurs* vraies dans le sens que la théorie indique, à l'inverse de ce que donnent les autres Tables.

Cette dernière condition paraît être la plus importante, car elle permet d'assigner d'avance, dans chaque cas particulier, quel sera le sens de l'erreur.

M. *Lespiault,* professeur à la Faculté des sciences de Bordeaux, a appelé l'attention sur le temps si exceptionnel de l'hiver 1879-1880. Les traits généraux sont connus de tous : sécheresse à peu près absolue pendant deux ou trois mois : ciel habituellement sans nuages ; brouillards fréquents, froids très intenses ; plusieurs dégels sans pluie suivis d'une reprise du froid.

Si, en présence de cet état exceptionnel de l'atmosphère, on examine les cartes publiées quotidiennement *par le bureau* météorologique, on reconnaît, dans la disposition générale des courbes de pression et des courbes de température, un caractère remarquable.

En ce qui concerne d'abord les courbes isobares, elles forment, pendant plus de deux mois, sur l'Europe entière, un puissant anticyclone d'une hauteur et d'une stabilité prodigieuses.

Que faut-il entendre par anticyclone ? On sait qu'un cyclone est formé sur les cartes d'une série de courbes isobares fermées concentriques, marquant des pressions décroissantes de la circonférence au centre. Un anticyclone est, au contraire, formé de courbes sur lesquelles les pressions vont en s'élevant de la circonférence au centre. C'est une *montagne* d'air, au lieu d'un entonnoir.

A la suite de cette communication, M. Léon Teisserenc de Bort a insisté sur ce qui a fait, pour lui, la caractéristique du mois de décembre 1879.

Suivant lui, le froid exceptionnel et la tranquillité de l'atmosphère n'ont pas tenu seulement à ce que les dépressions ont suivi une trajectoire anormale, mais à ce que de hautes pressions faisant partie des maxima barométriques permanents sont venues s'établir sur nos régions.

Selon toute vraisemblance, c'est le maximum de Madère qui est venu se fixer sur nos régions, l'absence des tourbillons est due surtout à ce fait. On peut très bien se rendre compte de l'obstacle que les hautes pressions ont opposé à la marche des tourbillons en voyant la déformation des iso-

bares les 20, 21, 27 décembre, jours où le maximum barométrique a subi une sorte d'assaut de la part des dépressions.

Peu à peu, les pressions se sont relevées vers Madère, en même temps que les basses pressions se rapprochaient par le Nord. Enfin le maximum a repris sa position normale, et le régime des hivers ordinaires s'est rétabli chez nous.

M. *Hébert* a voulu montrer, à cette occasion, quel est, selon lui, le mode de formation des maxima barométriques que l'on a appelés à tort anticyclones. Si l'on suppose plusieurs dépressions assez voisines et qui ne soient pas situées sur la même ligne, il se forme par le fait du mouvement descendant qui a lieu à une certaine distance du centre des tourbillons une sorte de noyau de hautes pressions. Dans l'hiver dernier, on conçoit que, par suite d'un déplacement du courant équatorial, la portion descendante des tourbillons nous ait seule atteints.

M. l'abbé *Maze* a résumé ses observations sur la marche des nuages en bandes.

Il rappelle que presque toujours les nuages allongés marchent dans le sens de leur axe, et qu'il faut se mettre en garde contre le fait suivant qui pourrait donner à penser le contraire. Lorsqu'un nuage en bande est strié, ce qui arrive assez souvent, il se peut que les stries donnent de véritables lignes de séparation; dans ce cas, le nuage paraît formé de petits éléments orientés perpendiculairement ou à peu près à son axe et à sa trajectoire dans le ciel.

M. l'abbé Maze donne ensuite quelques explications sur les méthodes qui lui paraissent propres à déterminer la composante verticale du vent; il cite en particulier une roue hélicoïdale abritée dans un petit cylindre et qui tournerait comme une turbine sous l'action des mouvements verticaux de l'air.

M. *Hennessy,* membre de la Société royale de Londres, rappelle à propos de la communication de M. l'abbé Maze des expériences auxquelles il s'est livré avec M. Glaisher sur les courants verticaux de l'atmosphère à l'aide d'une girouette articulée dont les mouvements étaient enregistrés par l'électricité. Ces expériences ont montré que les courants descendants étaient plus fréquents avec une baisse de température, que les courants chauds, au contraire, coïncidaient avec une hausse de température. Les courants de l'atmosphère paraissent du reste offrir des ondulations analogues à celles des grandes vagues de la mer et on constate rarement des courants dont la direction soit parallèle à celle de la surface du globe. L'attention a été attirée tout particulièrement en Angleterre sur les composantes du vent dans le sens vertical par l'accident du pont de la Tay, près de Dundee, et quelques ingénieurs pensent que ce sinistre est dû à des courants verticaux qui se seraient produits dans cette grande vallée.

M. *Ch. Dufour,* professeur à Morge, parle du retrait des glaciers. Ses observations sur ce sujet ont commencé en 1870, époque à laquelle il fit un séjour sur le glacier du Rhône pour mesurer l'importance de la condensation de la vapeur sur la glace, ainsi qu'il en a rendu compte, en 1878, au congrès de Paris.

Avec son collaborateur M. le professeur F.-A. Forel, il fit alors une carte du front du glacier du Rhône. Cette carte était rapportée à des repères solidement fixés sur la moraine. En la refaisant année par année, il fut facile de constater que le glacier reculait de plus en plus.

D'après les renseignements pris auprès des habitants de la contrée, ce recul a commencé en 1855, ou 1856 ; et actuellement, il est supérieur à tout ce qui a été constaté avec certitude dans les temps historiques.

Mais ce phénomène n'est pas particulier au glacier du Rhône. Tous les glaciers des Alpes ont commencé à reculer, un peu plus tôt ou un peu plus tard, quelques-uns même ont disparu ; il en est de même pour les glaciers des Pyrénées et du Caucase. Pour le quatrième grand groupe des glaciers européens, celui des Alpes scandinaves, les renseignements manquent encore; mais il serait fort intéressant de savoir quels ont été depuis un quart de siècle le régime de ces glaciers et celui des autres glaciers du monde.

Il ne semble pas d'ailleurs que le climat des dernières années ait été assez différent de celui des années antérieures pour expliquer un retrait de cette importance.

M. *Léon Teisserenc de Bort,* secrétaire de la section, présente une étude sur les causes qui déterminent la circulation atmosphérique. Il rappelle que dans un mémoire, publié en novembre 1879, il a été amené aux relations suivantes entre la distribution des températures moyennes et celles des pressions sur le globe.

1° — Lorsqu'une région d'une certaine étendue offre un excès de température, soit absolu, soit relatif, à la température des points situés sous la même latitude, il y a tendance à la formation d'un minimum barométrique dans cette région; cette tendance se manifeste soit par l'existence d'un minimum formé, soit par une simple inflexion des isobares.

2° — Les maxima barométriques, points d'où l'air s'échappe en divergeant, tendent à s'établir de préférence dans le voisinage des régions où la température est basse, soit d'une façon absolue, soit relativement à la latitude.

M. Teisserenc de Bort expose comment on est conduit par des considérations théoriques et par les relations indiquées ci-dessus à expliquer la distribution des isobares moyennes dans les diverses saisons par la répartition de la chaleur sur le globe.

Il insiste sur la différence qui existe, selon lui, entre les minima barométriques moyens et les tourbillons. Ces derniers ne paraissent pas se rattacher directement comme les premiers à la distribution de la température dans les régions qu'ils traversent.

Il établit aussi une distinction essentielle entre les maxima barométriques : les uns sont produits par les températures froides de la région qu'ils occupent, les autres ne sont que des fragments des grands maxima annuels que l'on trouve de chaque côté de l'équateur dans presque tous les points du globe.

En terminant et pour montrer l'importance de ces distinctions, il cite les maxima barométriques qui accompagnent les grands hivers dans nos pays et dit qu'en décembre 1879, le froid persistant a été dû à la permanence des hautes pres-

sions, cette permanence étant elle-même la conséquence du déplacement du maximum barométrique annuel qui se trouve en temps normal, près de Madère pendant l'hiver. En 1879, au contraire, il est remonté sur nos régions et à sa place ordinaire se sont montrées des dépressions fréquentes.

La présence d'aires de hautes pressions sur nos régions pendant l'hiver est d'ailleurs un fait fréquent ; mais, suivant leur origine, elles ont une existence plus durable et une plus grande fixité de position.

Les distinctions entre les diverses origines des maxima et des minima barométriques et leur liaison avec la distribution de la température n'intéressent donc pas seulement la théorie de la circulation générale de l'atmosphère, mais encore la prévision du temps.

M. *Hébert* donne l'analyse des premières portions d'un travail fort développé sur l'étude des lois des grands mouvements de l'atmosphère et de la formation et de la translation des tourbillons aériens. Dans une première partie, M. Hébert a étudié les remarquables phénomènes de fœhm ou siroco qui se sont produits en Europe et en Algérie pendant l'hiver 1876-1877. A l'aide d'une vaste enquête sur ces phénomènes, il en établit la nature et en recherche la cause qu'il attribue à de grands courants d'air humide qui, venant rencontrer une chaîne montagneuse, sont obligés de s'élever pour la franchir et par suite, se refroidissent en se dilatant, et déposent, à l'état de pluie ou de neige, sur le premier versant, la presque totalité de l'humidité qu'ils renferment. Cet air ainsi privé de vapeur d'eau est ramené en bas sur le versant, opposé par un mouvement tourbillonnaire primitivement descendant, mais au centre duquel, quand le sommet a touché le sol, il se produit, par l'effet d'une réflexion semblable à celle des ondes sonores, un mouvement circulaire en hélice conique ascendante. Le tourbillon ainsi produit se met en marche et répand sur son passage les pluies, les orages et les grêles. Tous les phénomènes s'expliquent ainsi très nettement.

Dans une seconde partie, M. Hébert étudie jour par jour, pendant une période entière de six mois d'hiver, tous les phénomènes météorologiques dans toute la partie de l'Amérique comprise dans l'hémisphère boréal, du Groënland à la Colombie et au Venezuela. Il reconnaît la formation continuelle, le long de la grande arête montagneuse de ce continent et sur son versant oriental, de très puissants phénomènes de siroco qui dessèchent la contrée et en limitent la végétation. Il assiste à la production des tourbillons, les suit pas à pas à travers le continent américain et les mers adjacentes et jusqu'aux côtes occidentales d'Europe. Ces tourbillons, beaucoup plus puissants que ceux qu'il a étudiés en Europe, présentent d'ailleurs, mais avec une bien autre intensité, tous les mêmes caractères, et sont la source des *dépressions* et des *tempêtes* qui viennent aborder nos côtes. Les tourbillons qui nous atteignent sont originaires du Mexique, de l'Amérique centrale et même des parties septentrionales de l'Amérique du Sud, mais ils n'arrivent pour la plupart à l'Atlantique qu'après avoir parcouru une partie plus ou moins étendue du continent de l'Amérique du Nord. Ceux qui ont pris naissance sur le territoire des États-U[nis] vont atteindre le Groënland ou passent dans le voisinage [de] l'Islande ou des Feroë trop loin de nous pour nous affect[er].

Nous sommes obligés de nous borner à ce court aperçu d[es] travaux de la section de météorologie, et nous ne faisons q[ue] mentionner les notes de l'*abbé Durand* sur l'expédition [de] MM. Brito-Capello et Ivens, de M. *Bouvet* sur la climatolog[ie] de la Bretagne, du docteur *Bonnafont* sur quelques effets [de] mirage en Algérie, de l'*abbé Rougerie* sur l'étude des ven[ts] d'été dans l'Atlantique nord, du docteur *Fines* sur le froi[d] produit par l'évaporation et de M. *Bouquet de la Grye* sur le[s] phénomènes périodiques d'origine extra-terrestre. Nous renvoyons ceux de nos lecteurs que ces divers sujets intéresseraient au volume que publiera l'Association au mois d'août 1881.

CAUSERIE BIBLIOGRAPHIQUE

« Une intelligence qui, pour un instant donné, connaîtrait toutes les forces dont la nature est animée et la situation respective des êtres qui la composent, si d'ailleurs elle était assez vaste pour soumettre ces données à l'analyse, embrasserait dans la même formule les mouvements des plus grands corps de l'univers et ceux du plus léger atome. » En attendant que ces forces soient, comme le rêvait Laplace, soumises à l'analyse, et pour qu'elles puissent l'être *un jour, s'il n'est* pas téméraire d'avoir des espérances aussi hautes, il faut se résoudre d'abord à les observer dans tous leurs effets. C'est ce qu'a tenté dans un essai des plus heureux le docteur *Gustave Le Bon. L'Homme et les sociétés,* tel est le titre des deux volumes qu'il vient de faire paraître à la librairie Rothschild. Voilà un ouvrage conçu dans un esprit scientifique des plus élevés, et qui, nous en sommes convaincu, trouvera un grand nombre de lecteurs. Un pareil travail dénote chez son auteur une grande puissance de réflexion et une grande érudition. Il y a cinquante ans, c'eût été de la philosophie ; aujourd'hui, grâce aux méthodes d'examen appliquées aux phénomènes réputés spirituels, c'est de la science. M. Le Bon est franchement transformiste, mais de la façon la moins blessante pour ceux qui n'épousent pas toutes ses idées. A maintes reprises il a soin, et c'est là un honorable souci, de bien prévenir ses lecteurs qu'il n'appartient exclusivement à aucune école. Il cherche la vérité et la prend là où elle se trouve sans s'inquiéter du reste. Son premier volume, le seul que nous ayons eu le temps de lire encore, est consacré tout entier à l'homme et se divise en quatre parties : l'univers, l'origine et le développement des êtres, le développement physique de l'homme, le développement intellectuel de l'homme. Nous regrettons franchement que le défaut d'espace ne nous permette pas de citer quelques-uns des passages qui nous ont le plus frappé.

Nous aurons l'occasion de revenir plus tard sur la seconde partie : *les Sociétés.*

Sous le titre de *La Région diamantifère de l'Afrique australe*, M. *Maurice Chaper* vient de publier à la librairie G. Masson un volume qui mérite sans aucun doute une mention à part.

M. Chaper est un ingénieur qui s'occupe surtout de mines, et l'ouvrage qu'il met actuellement au jour est le résultat des explorations qu'il vient de faire dans la région du cap de Bonne-Espérance.

Il y a vingt ans (1862) que des diamants furent pour la première fois apportés de l'Afrique australe; ils venaient de la côte de Mozambique, mais l'origine réelle en était inconnue. Ce n'est qu'il y a dix ans que le premier gîte en fut signalé.

Le retentissement de cette découverte fut grand et l'appât du gain rapide que semblait promettre l'exploitation de cette précieuse matière attira dans cette région une immigration immédiate. Colons du Cap, anglais, allemands, français, américains, se portèrent au prix de mille fatigues, sur les bords du Vaal et de l'Orange. La plupart virent leurs efforts couronnés de succès. Aussi, pour être moins fiévreux qu'au début, l'immigration n'en continua-t-elle pas moins.

« C'est en 1867, dit M. Chaper, que fut faite la première découverte authentique du diamant. La première pierre dont il soit fait mention était un diamant de 21 carats. Un « Boer » des environs du fleuve Orange le vit entre les mains d'un enfant, trouva le caillou joli et curieux : on le lui donna. Il passa ensuite entre les mains d'un troisième qui paraît être le premier à avoir soupçonné la nature de la pierre. Celui-ci le porta à Cape-Town. Personne ne voulant croire que ce fût du diamant, il le remporta à Colesberg, sa résidence. Mais un certain docteur Atherstone, qui était minéralogiste, demanda à voir le prétendu diamant dont il avait entendu parler et le reconnut comme authentique. »

Dès 1870, plusieurs milliers de chercheurs travaillaient dans le lit et sur les bords du Vaal, bien que les quelques pierres trouvées par eux fussent insuffisantes à compenser leurs frais de séjour. Mais peu de temps après, on eut l'assurance, en fouillant des coteaux sablonneux éloignés du Vaal, que le diamant n'existait pas seulement près des cours d'eau. Cette fois-ci les chercheurs furent amplement payés de leurs peines.

Rien de plus curieux que les descriptions données par M. Chaper de tous les procédés d'exploitation diamantifère, descriptions accompagnées de photographies qui les font vivre en quelque sorte.

Mais l'ouvrage n'est pas seulement descriptif, il est également scientifique et économique. L'auteur, aidé de MM. Fouqué, Michel Lévy, Friedel, a pu faire l'analyse des divers échantillons qu'il a rapportés de son voyage, et ce n'est pas la partie la moins intéressante du travail. Les principaux placers du Kimberley et du Toit's Pan sont aussi étudiés au point de vue de leur état social et de leur législation.

Sans quitter la librairie Masson, nous trouvons un volume de M. E. Hospitalier sur *les Nouvelles Applications de l'électricité*.

On sait à quel point l'électricité a été à l'ordre du jour dans ces dernières années. L'apparition du téléphone articulant de Graham Bell, en 1877, a semblé donner la clef des champs à une foule de variantes plus ou moins originales et à quelques inventions d'une haute valeur. En moins de trois ans, la reproduction de la parole par l'électricité s'est développée d'une manière merveilleuse jusqu'à aboutir à ce miracle : le photophone. M. Hospitalier entre dans la description approfondie et très claire à la fois, de tous les systèmes de téléphonie connus aujourd'hui. Peut-être l'exposé eût-il gagné à être moins complet, surtout pour un livre élémentaire. Pour notre part, nous ne pouvons nous défendre d'un certain sentiment de tristesse à voir une foule de noms placés presque au niveau de ceux de Bell et d'Edison. Le malheur a voulu que le brevet de Bell ne fût pas valable en France et aussitôt des copies presque impudentes, des appareils de Bell trouvaient à se breveter grâce à de légères modifications, et leurs auteurs acquéraient une notoriété qui entamait celle des deux Américains de la manière la plus injuste.

La lumière électrique est aussi l'objet, dans le livre de M. Hospitalier, de nombreux chapitres. Voilà tantôt dix ans que Gramme a commencé par sa machine, une révolution importante dans les procédés de l'éclairage, et il faut bien dire que ses imitateurs n'ont pas encore réussi à le dépasser. C'est toujours sa machine qui tient le haut du pavé en tant que producteur du courant. Les recherches nouvelles ont porté surtout sur les foyers, lampes ou brûleurs. M. Hospitalier a condensé tout ce qui a trait aux machines ou aux lampes : machines Lontin, Meritens, Wallan-Farmer, Brush, Niaudet, etc., et lampes Serrin, Gaiffe, bougies Jablochkoff et bougies Jamin. Les descriptions exactes et précises eussent été difficiles à donner à la classe de lecteurs à laquelle s'adresse M. Hospitalier. Aussi s'est-on contenté de présenter plutôt de magnifiques illustrations de ces divers appareils, de manière à les faire connaître au moins de vue. La figure, entre autres, qui représente la machine Brush nous a semblé un vrai chef-d'œuvre de typographie.

La dernière partie du volume est consacrée aux principales applications de l'électricité qui ne rentrent ni dans la lumière électrique ni dans la téléphonie. Les procédés de télégraphie duplex et multiples y sont passés en revue. L'auteur a dû trouver souvent difficile d'expliquer à des gens du monde des méthodes si délicates ; mais il s'en est tiré avec la plus grande habileté.

M. *Gaston Tissandier* a publié, sous le même format, un ouvrage auquel il a donné le titre de *Récréations scientifiques*, ou *l'enseignement par les jeux*. « Les jeux d'esprit, a dit Ozanam, sont de toutes les saisons et de tous les âges, ils instruisent les jeunes et divertissent les vieux, ils conviennent aux riches et ne sont pas au-dessus de la portée des pauvres. » C'est, en quelque sorte, l'épigraphe du volume en question. M. Tissandier a, de la manière la plus ingénieuse, réussi à indiquer une foule d'expériences de physique et de chimie, que ses lecteurs pourront répéter facilement sans l'attirail des instruments spéciaux. C'est quelque chose d'intermé-

diaire entre la vraie physique et ce qu'on est convenu d'appeler la physique amusante ; mais, à coup sûr, ce n'est pas de la physique ennuyeuse. « La science en plein air, dit l'auteur, en plein champ, en pleine lumière, est ce que nous étudions d'abord ; nous montrons comment on peut, à la campagne, occuper et charmer sans cesse ses loisirs, en observant la nature, en capturant des insectes ou des animaux aquatiques, en observant l'atmosphère et les phénomènes aériens. » — Le premier laboratoire de M. Tissandier est donc la nature entière. Plus loin, il lui suffit de menus objets tels que du carton, du fil, de la cire à cacheter, une canne, pour faire plusieurs expériences élégantes par leur simplicité et certainement très démonstratives.

Au commencement du XVIIe siècle, il existait à Lyon une maison remarquable, construite par un homme, d'un haut mérite, Nicolas Grollier de Servière, et toute remplie des plus remarquables curiosités scientifiques de l'époque. M. de Servière appartenait à une des familles les plus anciennes de la province ; son grand-oncle, Jean Grollier, avait constitué, sous le règne de François Ier, la plus belle bibliothèque qui fût en France. M. de Servière, qui avait hérité de la fortune et de l'intelligence de ses ancêtres, consacra toutes les ressources de son esprit à organiser une maison modèle, où se trouvaient réunis les appareils les plus ingénieux, où l'on voyait des galeries toutes remplies de modèles de machines ingénieuses et de systèmes propres à assurer le confortable et la commodité de la vie domestique. Le cabinet de M. de Servière acquit une grande réputation dans toute la France.

M. Tissandier s'est servi de ce cadre ingénieux pour décrire les différents appareils qu'un M. de Servière de notre temps eût voulu posséder dans sa maison. On y verrait évidemment la machine à écrire de Remington, la plume électrique d'Edison, le crayon pneumatique, le chromotographe, le timbreur électrique, le campylomètre, les horloges mystérieuses, etc.

Quelques autres chapitres consacrés aux illusions d'optique, à l'analyse des hasards et à la description de quelques appareils curieux complètent le volume.

Personne ne sait, comme M. Tissandier, mettre la science à la portée de tous. Aussi, bien que les éléments des *Récréations scientifiques* soient un peu hétérogènes, ce que la généralité du titre autorise jusqu'à un certain point, nous ne doutons pas que la lecture d'un pareil ouvrage ne soit éminemment profitable et ne puisse contribuer à donner le goût de la science à bien des personnes.

Le ministère des travaux publics vient de faire paraître un fort volume auquel il a donné le titre de : *Notices sur les dessins, modèles et ouvrages relatifs aux services des ponts et chaussées, des mines, des bâtiments civils et palais nationaux,* réunis à l'Exposition universelle de Melbourne. C'est une louable habitude qu'ont prise les services publics de concourir aux Expositions, depuis une quinzaine d'années. Bien des renseignements difficiles à obtenir, dont on ne soupçonne pas même toujours l'existence, se vulgarisent ainsi et diffusent le progrès et les connaissances spéciales à l'art de l'ingénieur dans le monde entier.

Ces expositions, la plupart du temps, fort coûteuses, n'amenant aucun profit direct et pécuniaire à leurs auteurs, ne se feraient pas si l'on comptait sur le seul concours des exposants ordinaires. Et pourtant il est certain que de pareils sacrifices ont leur valeur puisqu'ils font connaître aux étrangers ce que nous faisons et affirment de cette manière le travail assidu de nos ingénieurs.

L'Exposition de 1878 était de date trop récente pour qu'on dût exclure de celle de Melbourne toutes les œuvres qui ne seraient pas essentiellement nouvelles. On s'est donc borné à choisir parmi les travaux les plus remarquables, sans s'inquiéter s'ils étaient déjà partiellement connus.

L'ouvrage publié à cette occasion par le ministère ne comporte guère une analyse, puisqu'il n'est en quelque sorte qu'une nomenclature raisonnée des objets exposés. Nous donnerons donc seulement ses principales divisions, afin que nos lecteurs soient à même de voir s'ils ont chance d'y trouver des détails les intéressant spécialement.

La première partie, consacrée aux ponts et chaussées, se divise en routes et ponts, service hydraulique, navigation intérieure, travaux maritimes, phares et balises, chemins de fer, documents généraux.

La seconde partie, relative aux mines, comporte moins de développements. Elle traite de la géologie expérimentale, de la géologie synthétique et de la carte géologique de la France.

La troisième partie enfin, la plus courte, se rapporte aux bâtiments civils et aux palais nationaux, représentés à Melbourne par des cartons de photographie.

Il n'est pas inutile d'ajouter, pour montrer toute l'importance que le gouvernement attachait à cette Exposition, que la commission organisatrice, présidée par M. Sadi-Carnot, alors sous-secrétaire d'État, était composée de MM. Allard, Collignon, de Dartein, Daubrée, Demonge, Dupont, Durand-Claye, Lalanne, Picard, Rousseau, Véron-Duverger et Chemin.

M. Journet, ingénieur des ponts et chaussées, avait été détaché à Melbourne, pour installer l'exposition du ministère et fournir aux ingénieurs étrangers toutes les explications qu'ils pourraient désirer.

On a beaucoup écrit sur les premiers hommes et les temps préhistoriques. Peut-être en sait-on moins qu'on n'en a é... On ne le pensera pas si on lit l'ouvrage de M. de Nadaillac (1). A voir toutes ces citations, à étudier tous ces détails, on s'étonne qu'un sujet aussi obscur ait prêté à tant de labeurs. Autrefois, c'est-à-dire aux siècles précédents, on allait chercher la science dans les vieux livres. On parlait d'Adam et de sa bibliothèque. Des thèses se passaient en Sorbonne, et aux universités de Halle, de Nuremberg, de Cologne, à l'effet de discuter, à force de textes, si la bibliothèque d'Adam était en bois de cèdre, ou si Ève connaissait la magie. De nos jours on est plus prudent, et on ne s'avance dans la science du passé qu'avec des faits à l'appui. Certes, ce ne sont pas les faits qui manquent, et il y en a de toutes sortes. M. de N...

(1) *Les premiers hommes et les temps préhistoriques,* par le marquis de Nadaillac. 2 vol. gr. in-8°, Paris, Masson, 1881.

daillac les a très savamment groupés et réunis, et son livre est une monographie complète sur le *préhistorique*. Il est impossible, comme on le suppose bien, de résumer en quelques lignes ce consciencieux et utile travail. La conclusion générale qu'on en peut tirer, c'est que l'homme est très vieux. Voilà une vérité presque banale, mais qu'il n'est pas mauvais de répéter de temps à autre, ne fût-ce que pour nous féliciter des progrès faits sur nos sauvages ancêtres, ne fût-ce que pour convaincre de fausseté les calculs chronologiques des vieilles religions. Tous les peuples se sont assigné une origine relativement récente. Les Juifs ont fait comme les Chinois, les Indiens, les Égyptiens. Il est vrai que l'on n'accorde plus aucune créance à la chronographie de la *Genèse*. Les théologiens l'ont abandonnée. Cela donne à penser qu'elle est bien peu défendable. Quoi qu'il en soit, ils ont fait une honorable retraite, et l'on peut être orthodoxe en soutenant qu'Adam vivait il y a 200 000 ans. M. de Nadaillac n'est pas partisan de la théorie de l'évolution, et il donne pour principale raison que nulle espèce ne s'est modifiée, que l'Égyptien d'aujourd'hui a le même type que l'Égyptien de la première dynastie, et que l'homme a toujours été l'homme. Il y a cependant certaine mâchoire qui devrait faire réfléchir. Le fameux maxillaire de Moulin-Quignon n'appartient pas à une race supérieure, et si c'est là notre ancêtre, nous avons fait quelques progrès depuis. Dirai-je que M. de Nadaillac a raison quand il reproche à la théorie de l'évolution d'être hypothétique? Hélas oui! qui le conteste? C'est une hypothèse qui n'est pas aussi bien démontrée qu'un théorème de géométrie. Certaines allégations sont discutables. Certains partisans de la théorie de Darwin sont peu exigeants en matière de preuves. Tout cela est vrai; mais qu'importe! il ne s'agit pas seulement de savoir si une théorie est insuffisante, mais si celles qu'on propose pour la remplacer ne sont pas dérisoires. Donnez-nous une autre théorie sur l'origine de la vie, et exposez-la hardiment à la critique scientifique. Jusqu'à ce que vous nous l'ayez donnée (nous attendrons patiemment), nous nous contenterons de la magnifique conception de Lamark et de Darwin, car on n'a encore rien trouvé de mieux.

Ne cherchons pas de transition pour passer des temps préhistoriques à la pharmacie galénique (1). La seule transition possible, c'est l'extrême contraste. Il faut abandonner les généralisations hardies et les grandes conceptions. — « Quittons le long espoir et les vastes pensées. » — Dans la pharmacie galénique, tout est détail, minutie, observation des vieux préceptes. Ces préceptes, M. Bourgoin les a formulés exactement. Son livre est moderne d'un côté et antique de l'autre. Comme Janus, il a deux faces. Et il ne pouvait guère en être autrement. La pharmacie, comme la thérapeutique, est en ce moment le théâtre d'une lutte entre les anciens et les modernes. Est-ce un art, ou une science? Les anciens penchent pour l'art pharmaceutique, tandis que les modernes voudraient faire de la pharmacie une science annexe de la chimie. M. Bourgoin a été obligé, pour être complet, de faire à la fois de la chimie et de la pharmacie, et il s'est bien acquitté de cette tâche difficile. Son livre sera non seulement utile, mais nécessaire à tous les pharmaciens et élèves en pharmacie. Les médecins devraient aussi en avoir connaissance. Ils éviteraient ainsi certaines erreurs dans la composition d'une ordonnance, erreurs qui amènent un sarcastique sourire sur les lèvres du pharmacien qui l'exécute. La méthode et la disposition de l'ouvrage de M. Bourgoin sont parfaites, et il sera bientôt classique. Cependant nous nous permettrons de formuler un vœu, c'est que dans la prochaine édition, qui ne tardera pas, il ne soit plus question de produits pharmaceutiques, tels que le scinque (lézard arabe), les yeux d'écrevisse (carbonate de chaux de l'estomac des écrevisses), les cloportes, les toiles d'araignée, etc. Que l'on ne nous parle pas de ces alcoolats divers, de ces onguents complexes (ægyptiac, d'altea, d'arexus, basilicum, blanc de Rhazis, brun de Larrey, canet, citrin, digestif animé, digestif simple, etc.). Franchement, se peut-il que les vieux débris de l'ancienne pharmacie se trouvent à côté des mesures exactes, telles que les densités de vapeurs et les coefficients de dilatation. Il y a une contradiction formelle, et on peut dire, avec le poète : « Ceci tuera cela. »

(1) *Traité de pharmacie galénique*, par E. Bourgoin. 1 vol. in-8°, Paris, A. Delahaye et Lecrosnier, 1880.

TRAVAUX PUBLICS

Les chemins de fer en Hollande. (1)

Le royaume des Pays-Bas, dont le réseau de chemins de fer est actuellement d'environ 1500 kilomètres, n'a pas de voies ferrées exploitées par l'État, mais il possède à côté, de lignes concédées à des compagnies et exploitées par elles, à peu près dans les conditions de fonctionnement de nos compagnies françaises, d'autres lignes construites par l'État, appartenant à l'État et confiées par lui à des compagnies fermières. Il nous paraît intéressant de rappeler l'histoire des chemins de fer hollandais et de dire comment ont pris naissance les deux systèmes d'exploitation que nous y trouvons actuellement.

Une première ligne, celle d'Amsterdam à Harlem, exploitée par la compagnie du chemin de fer Hollandais, fut livrée à la circulation en 1839, mais lorsque, l'année précédente, le gouvernement des Pays-Bas avait proposé aux États-Généraux d'accorder à une compagnie la concession de la ligne d'Amsterdam à Arnheim, les États avaient refusé, à 46 voix contre 2, d'accéder à cette demande. On sait que le roi Guillaume passa outre et ordonna la construction de la ligne, promettant des subsides que le succès de l'entreprise rendit inutiles. Ce chemin de fer fut, avec l'autorisation des Chambres, cédé par ses premiers propriétaires à une compagnie qui, sous le titre de compagnie du Rhénan-Néerlandais,

(1) Voir la *Revue scientifique* des 14 août et 6 novembre 1880.

prenait, sans subvention ni garantie d'intérêt, l'engagement de construire tout un réseau situé à l'est et au sud d'Amsterdam.

Une loi imposait à ces compagnies le contrôle de l'État qui, sans parler de son intervention dans les conditions de l'exploitation, dans les délais de transport, le nombre des trains, etc., se réservait le droit d'abaisser les tarifs, sauf obligation d'indemniser les compagnies si cette réduction leur causait un préjudice capable de réduire leur revenu net à moins de 8 pour 100 du capital engagé.

Ces compagnies sont en pleine prospérité et exploitent actuellement, à elles deux, 360 kilomètres. En 1860, elles n'avaient que 260 kilomètres de lignes. C'est alors que l'État intervint et que, par la loi du 18 août 1860, il décida la construction d'un nouveau réseau d'une longueur de 900 kilomètres. Comme une partie des lignes de ce réseau devaient coûter très cher, parce qu'elles traversaient le Rhin et la Meuse, ce qui exigeait des travaux d'art considérables; comme, d'autre part, elles desservaient des pays pauvres et se trouvaient en concurrence avec des canaux, les compagnies du chemin de fer Hollandais et du chemin de fer Rhénan-Néerlandais refusèrent de s'en charger. Les quelques compagnies qui se formèrent spécialement pour faire ces lignes et en sollicitèrent la concession émirent des prétentions financières beaucoup trop élevées. L'État entreprit alors lui-même la construction de ces chemins de fer, dont l'exploitation devait, d'après une loi de 1863, être confiée à des compagnies fermières, sous des conditions déterminées. Faute de compagnies fermières, l'État exploiterait lui-même. Une société de construction de matériel de chemins de fer entreprit l'exploitation de 804 kilomètres de ces lignes nouvelles. Elle porte le nom de Société fermière d'exploitation des chemins de fer néerlandais. En même temps, la compagnie du chemin de fer Hollandais prenait l'exploitation de 80 kilomètres de lignes nouvelles construites par l'État.

On voit que l'État hollandais ne se faisait constructeur de chemins de fer que par nécessité, et qu'il préférait recourir à des compagnies fermières plutôt que d'exploiter lui-même les lignes nouvelles. Voici ce que disait, sur ce sujet, l'exposé des motifs de la loi de 1863 :

« Le gouvernement préfère que l'exploitation soit faite par des particuliers. L'exploitation des chemins de fer est une affaire regardant l'industrie privée, et, en l'entreprenant, l'État sortirait de son rôle.

« ... Jamais des fonctionnaires publics n'obtiendront, par leur zèle et leur capacité, des résultats comparables à ceux que produisent les efforts de l'industrie privée. L'intérêt direct de celle-ci fait naître forcément des améliorations dans le service et provoque en même temps la réduction au strict nécessaire des dépenses d'exploitation, ce qui fait donner aux lignes des rendements maxima. »

Le gouvernement hollandais était, du reste, si bien dans ces idées qu'il a, depuis 1860, accordé, aux conditions déjà faites aux compagnies du chemin de fer Rhénan-Néerlandais et du chemin de fer Hollandais, des concessions à deux compagnies nouvelles dont l'une, la compagnie du Central-Néerlandais, avait 101 kilomètres de lignes, tandis que l'autre n'en avait que 55 kilomètres.

Mais voyons quels étaient les rapports de l'État avec les compagnies fermières.

La Société fermière d'exploitation des chemins de fer néerlandais recevait de l'État la ligne et son matériel fixe, à charge d'exécuter les travaux d'entretien courant. Les travaux d'agrandissement regardaient l'État. La Société prélevait d'abord sur les recettes brutes de quoi couvrir *ses frais* d'exploitation, ce prélèvement s'opérant de la façon suivante:

Si le montant des recettes brutes kilométriques était inférieur à 3000 florins (1), la Société gardait tout pour elle. Pour des recettes allant de 3000 à 3250 florins, elle ne prenait que 95 pour 100. De 3250 à 3500, elle n'avait *plus que* 90 pour 100 et la proportion continuait de même *jusqu'aux* recettes égales ou supérieures à 28 000 florins, pour lesquelles la part de la Société était fixée à 35 pour 100. Après s'être ainsi remboursé ses dépenses, la Société partageait le restant, qui constituait le revenu net, avec l'État qui en prenait 80 pour 100 et lui laissait le reste.

Les bénéfices accessoires réalisés sur le chargement et le déchargement des marchandises, leur séjour dans les gares, etc., étaient laissés intégralement à la Société fermière.

Cette Société — c'est toujours de la Société fermière d'exploitation des chemins de fer néerlandais que nous parlons — eut le tort de reprendre à bail, à des conditions très onéreuses, l'exploitation de deux lignes, ayant, l'une 136, l'autre 55 kilomètres, qui mettaient son réseau en *communication* directe avec l'Allemagne et la Belgique. Les loyers de ces lignes absorbaient des sommes bien supérieures aux revenus qu'elles donnaient. Comme, outre cela, l'État s'attribuait, ainsi que nous l'avons vu, une part trop élevée sur les recettes, la Société ne put pas donner à ses actionnaires 3 pour 100 d'intérêt. Voyant cela, elle demanda, en 1874, qu'on lui accordât des conditions plus douces. La compagnie du chemin de fer Hollandais, que nous avons vue devenir fermière de l'État pour une ligne de 80 kilomètres, et qui, ayant les mêmes obligations à remplir envers l'État, se trouvait dans une situation analogue, pour ce qui concernait l'exploitation de la ligne affermée sur elle, fit la même demande. Une convention, signée en 1876 et modifiant les rapports financiers de l'État avec cette dernière compagnie, fut rejetée par les Chambres sous le prétexte que la compagnie donnait chaque année plus de soixante francs de dividende à ses actionnaires et qu'elle n'avait donc pas besoin qu'on la délivrât de ses engagements pour assurer son existence. La Société fermière d'exploitation des chemins de fer néerlandais, dont la position financière n'était, nous l'avons dit, rien moins que brillante, fut plus heureuse et obtint les conditions suivantes:

On prélève sur la recette brute kilométrique, comprenant cette fois les bénéfices accessoires dont nous avons parlé tout à l'heure, une somme de 1065 francs, si la ligne est à voie unique et de 2130 francs, si elle est à double voie. Cette somme est mise en réserve pour servir à l'entretien de la

(1) Le *florin* ou *guldin* vaut 2 francs.

ligne et constituer un fonds de renouvellement des voies. Quand le fonds de renouvellement possède plus de 2130 francs par kilomètre de voie en exploitation, on suspend ces prélèvements jusqu'à ce qu'il tombe en dessous de cette limite.

Le reste de la recette brute kilométrique appartient tout entier à la Société si le montant total de cette recette, y compris la part du fonds de renouvellement, ne dépasse pas 10 415 francs par kilomètre. Quand la recette brute kilométrique dépasse 10 415 francs, la Société, après avoir fait la part du fonds de renouvellement, s'attribue 80 pour 100 de l'excédant et donne le reste à l'État. Avec 80 pour 100, la Société paye ses frais d'exploitation et les intérêts de son capital-obligations. Elle prélève 4 pour 100 de la recette brute pour le fonds de renouvellement de son matériel roulant et 2130 francs par kilomètre pour le fonds de prévoyance des incendies et des accidents. Le reste est distribué aux actionnaires. Ceux-ci n'ont droit qu'à recevoir 4,5 pour 100. Au delà de cette somme, ils partagent avec l'État l'excédent, ce qui ne semble pas fait pour pousser la Société à développer son trafic, après qu'elle aura pu assurer à ses actionnaires leur dividende de 4, 5 pour 100.

Voilà donc comment sont réglés, maintenant, les rapports de l'État avec la Société, au point de vue financier. Au point de vue administratif, les changements apportés à l'ancien ordre de choses ont été bien moins considérables et se résument en la faculté accordée à la Société de remanier à sa guise ses tarifs à la condition de ne pas dépasser certaines limites supérieures qui lui sont assignées.

Gaston Sencier.

BULLETIN DES SOCIÉTÉS SAVANTES

Académie des sciences de Paris

Séance du 22 novembre 1880.

M. *Chevreul* lit une note relative à un mémoire sur la vision des couleurs matérielles en mouvement de rotation, et des vitesses évaluées en chiffres au moyen de l'appareil du général Morin, dit à plateau tournant, pour l'observation des lois du mouvement.

— M. *Berthelot* a fait diverses expériences sur les conditions dans lesquelles le mercure s'oxyde, soit à l'état de pureté, soit en présence des acides et des métaux alcalins. Du mercure parfaitement pur et sec a été placé dans une cuvette de porcelaine rectangulaire. Après vingt-quatre heures, le métal était intact; après quarante-huit heures, il commençait à avoir une légère pellicule, et, à partir de ce moment, la formation de la pellicule s'est renouvelée continuellement.

L'oxydation lente du mercure pur s'effectue également dans les flacons de verre où l'on conserve ce métal. Il y a oxydation même en présence d'un volume d'air limité et non renouvelé. Donc le mercure, de même que le fer, le zinc, le cadmium, le plomb, le cuivre, l'étain, éprouve, au contact de l'air, une oxydation superficielle très légère d'ailleurs, et limitée par la difficulté du renouvellement des surfaces, et l'absence de contact qui résulte de l'oxydation commencée. Elle suffit pour former un voile qui ternit le métal et qui le protège, lorsqu'il est solide, contre une altération ultérieure.

Cette oxydation s'accorde avec les données thermiques, car l'oxydation du mercure dégage $+ 21^{cal} 1$. La réaction devient plus prompte, plus facile et même immédiate si l'on fait intervenir un agent auxiliaire capable de se combiner avec dégagement de chaleur au corps qui doit prendre naissance de telle façon que l'énergie totale mise en jeu dans le phénomène devienne plus considérable. Les faits attribués autrefois à l'*affinité* dite *prédisposante* rentrent dans cette interprétation, comme M. Berthelot l'a montré depuis 1865.

Ainsi la réaction du mercure et de l'air est activée par la présence d'acide chlorhydrique. Il se forme du protochlorure et de l'eau


$Hg^2 + HCl + O = Hg^2Cl + HO$, liquide dégage : 53,4,

réaction plus efficace que celle de l'oxygène pur sur le mercure, parce qu'elle fait intervenir en plus la chaleur dégagée par l'union du protoxyde de mercure et de l'acide chlorhydrique.

— M. *Gouy* communique un Mémoire qui a pour objet l'étude théorique de la propagation de la lumière dans les circonstances où la source de lumière et les divers corps dont on a à tenir compte, écrans, miroirs ou milieux transparents, se déplacent les uns par rapport aux autres ou varient d'une manière quelconque. M. Gouy s'est proposé principalement de rechercher quelles relations existent entre la *vitesse de la lumière*, telle qu'on la mesure par les méthodes directes, et les autres éléments du mouvement lumineux.

— M. *Floquet* présente une note sur les équations différentielles linéaires à coefficients périodiques.

— M. *Blondelot* observe une nouvelle propriété électrique du sélénium, laquelle est mise en évidence par l'expérience suivante. A l'un des pôles d'un électromètre capillaire, on attache un fragment de sélénium recuit; à l'autre pôle, une lame de platine. Si l'on amène le sélénium au contact de la platine, l'électromètre reste au zéro; mais vient-on à frotter le sélénium contre le métal, aussitôt l'électromètre est fortement dévié. Le courant produit par le frottement du sélénium est dirigé, à travers l'électromètre, du sélénium non frotté au sélénium frotté. On peut s'assurer que le courant thermo-électrique va du sélénium chaud au sélénium froid; par conséquent, le dégagement d'électricité ne peut être attribué à la chaleur qui accompagne le frottement. Si, après avoir obtenu par le frottement une déviation électrométrique, on cesse de frotter, la déviation persiste, cela provient de ce que le sélénium, qui avait laissé passer l'électricité à haute tension due au frottement, oppose une résistance que ne peut supporter la faible polarisation du mercure de l'électromètre.

— M. *Damoiseau* montre que si l'on fait passer sur du phosphore blanc un courant de gaz iodhydrique, le phosphore fond et se recouvre d'une couche rougeâtre de biiodure de phosphore, tandis qu'il se sublime des cristaux réfringents d'iodure de phosphonium. La chaleur dégagée transforme en phosphore rouge une petite proportion du phosphore employé. Cette réaction de l'acide iodhydrique sur le phosphore blanc en l'absence de l'eau peut être représentée par l'équation suivante : $5 Ph + 8 HI = 2 Ph^4 I + 3 Ph I^2$.

Si l'on ajoute à de l'acide iodhydrique en solution un excès de phosphore, la quantité d'hydracide enlevée à la liqueur étant bientôt considérable, l'eau intervient et la réaction se modifie. Le biiodure de phosphore en présence de l'eau se décompose et donne de l'acide phosphoreux et de l'acide iodhydrique. Ce dernier réagit sur le phosphore pour produire de l'iodure de phosphonium et de l'iodure de phosphore qui est aussitôt décomposé, de telle sorte que PI^2 disparaît, et les sels produits de la réaction sont l'acide phosphoreux et l'iodure de phosphonium. Dans ces conditions, les phénomènes observés seraient donc représentés par l'équation suivante : $2Ph + HI + 3H^2O^2 = PhH^4I + PhH^3O^6$.

Pour la préparation de l'iodure de phosphonium, on mélange 10 parties de phosphore blanc aussi divisé que possible et 22 parties de solution saturée à froid d'acide iodhydrique. Après quelques heures, lorsque la réaction a absorbé déjà une certaine quantité d'acide iodhydrique, on ajoute 2 parties d'iode. Bientôt le tout se prend en une masse de cristaux d'acide phosphoreux et d'iodure de phosphonium. On lessive le mélange à la trompe avec une solution d'acide iodhydrique, pour dissoudre l'acide phosphoreux, et l'on essore le résidu d'iodure de phosphonium. La même réaction s'observe avec l'acide bromhydrique.

— M. *Ch. Tauret* a extrait un corps cristallisable, la *Waldivine* du *Simaba waldivia* (Simarubées) qui croît en Colombie, où on le confond quelquefois, mais à tort, avec le *Simaba cedron*, de la même famille. Son fruit, d'une amertume extrême, partage ainsi avec celui de ce dernier la réputation des propriétés merveilleuses que dans les républiques de l'équateur on attribue au cédron et dont plusieurs voyageurs ont déjà parlé.

Les cristaux de waldivine contiennent de l'eau de cristallisation. Leur composition peut être représentée par la formule $C^{36}H^{24}O^{20}, 5HO$.

La waldivine est très peu soluble dans l'eau froide (600 parties à 15°), elle se dissout dans 30 parties d'eau bouillante. A 15°, elle se dissout dans 60 parties d'alcool à 70°; mais elle exige 190 parties d'alcool absolu. Le chloroforme la dissout abondamment. Elle est insoluble dans l'éther, son amertume est excessive. La waldivine est neutre. Ses solutions aqueuses précipitent par le tannin et l'acétate de plomb ammoniacal.

La propriété la plus remarquable de la waldivine est la facilité avec laquelle elle est décomposée par les alcalis. Avec les alcalis caustiques, la perte de son amertume est presque instantanée. En même temps que l'amertume de la waldivine disparaît, la liqueur jaunit; elle redevient incolore si on l'acidifie. La solution qui contient ainsi les produits de décomposition de la waldivine réduit la liqueur de Fehling et dévie à droite le plan de polarisation; mais on n'a pu la faire fermenter, de sorte qu'on ne pourrait affirmer la formation de la glucose.

— M. *Ch.-Er. Guignet* a analysé les tourbes, de formation très moderne, de la vallée de la Somme. Ces produits se sont formés sous l'eau, en présence du carbonate de chaux. Traitées par une petite quantité d'eau dans l'appareil à épuisement, toutes ces tourbes donnent une solution de couleur ambrée, contenant les acides autrefois nommés *crénique* et *apocrénique*. Ces acides rentrent dans la série des corps humiques. Les tourbes qui prennent naissance dans des terrains granitiques et sous d'autres climats contiennent beaucoup plus de matières solubles dans l'eau. Ainsi l'eau des marais tourbeux de Campos (province de Rio, Brésil) est parfaitement limpide et peut servir à la boisson; mais elle possède une couleur café un peu claire. En remplaçant l'eau par la benzine dans le traitement des tourbes de la Somme, on dissout une matière cireuse peu abondante. On a trouvé en Bretagne une tourbe qui abandonne à la benzine et autres dissolvants analogues une quantité considérable de paraffine suffisante pour l'exploitation industrielle. L'alcool à 90° donne avec les tourbes de la Somme une solution d'un vert très clair qui laisse déposer par le refroidissement d'abondants flocons de cire végétale, identique à celle qu'on trouve dans les feuilles. Quant à la matière verte, elle a conservé les caractères de la chlorophylle. Bien qu'assez altérable, cette matière se conserve donc dans les tourbes de formation moderne, du moins *en partie*.

Outre les substances précédentes, les tourbes renferment des *glucosides* dont la présence est facile à constater.

— M. *Roche* donne quelques détails sur la géologie du Sahara septentrional. (Voyez la *Revue scientifique* du 27 novembre 1880.)

— M. *Trève* a constaté que lorsqu'on examine une flamme de lampe à travers une fente fine, l'éclat de la flamme et ses effets de diffraction varient beaucoup suivant que la fente est verticale ou horizontale. Dans le second cas, l'éclat est beaucoup plus considérable que dans le premier. Le phénomène présente un éclat et un intérêt tout spéciaux, lorsque le tube renferme un prisme ou un système de prismes analogues à celui des spectroscopes à vision directe. Cette remarque, applicable à la construction des spectroscopes, permettra de donner à l'analyse spectrale une netteté plus grande.

— M. *Dubalen* annonce à l'Académie la découverte d'une grotte préhistorique dans le département des Landes. Les premières fouilles ont fait découvrir quelques rares pièces semblables à celles du Moustier et plusieurs *silex de la forme* de ceux de la Magdeleine, avec de belles gravures, de nombreux poinçons, dents percées, etc., une olive en pierre polie, semblable aux pierres à jet de la Nouvelle-Calédonie. Les espèces rencontrées au-dessus de la grotte sont le cheval, le renne, le bœuf, le cerf, le loup, la chèvre, le renard, le blaireau, les rongeurs divers, ossements de poisson, une dent humaine. Dans les niveaux inférieurs, peu explorés, l'hyène, le cheval, le bœuf, le mammouth, rhinocéros, le grand chat, le petit ours. Dans les débris quaternaires qui tapissent les pics du coteau, on retrouve les ossements roulés et les dents de toute la deuxième série des animaux, sans silex taillé.

BIBLIOGRAPHIE

Sommaire des principaux recueils de mémoires originaux.

ARCHIVES GÉNÉRALES DE MÉDECINE, août, septembre, octobre 1880. — *E. Brissaud :* Études sur les tuberculoses locales. — *Doinet :* Quelques considérations sur les causes de revers dans les opérations : rapports réciproques entre les états constitutionnels et les traumatismes chirurgicaux mis en présence de la doctrine montpelliéraine. — *Angel Marvaud :* De la mort subite et par syncope dans la fièvre typhoïde, avec complications thoraciques. — *Bouchaud :* Du mode de formation des ulcérations calculeuses de la vésicule biliaire. — *C. Bergeron, Delens* et *L'Hôte :* Note sur un cas d'empoisonnement arsenical. — *A. Kelsch :* Contribution à l'histoire des maladies palustres; de la mélanémie. — *Krönlein :* De la hernie inguino-propéritonéale. — *Luton :* Les injections sous-cutanées à effet local, depuis 1875.

— JOURNAL DE L'ANATOMIE ET DE LA PHYSIOLOGIE, numéros 5 et 6, septembre à décembre 1880. — *A. Sanson :* Mémoire sur la source de

[illegible]il musculaire et sur les prétendues combustions respiratoires. [illegible]*athias Duval* : Recherches sur l'origine réelle des nerfs crâ[illegible]s. — *Ch. Rémy* : Observation d'un embryon humain long d'un [illegible]lmètre. — *V. Cornil* : Recherches histologiques sur l'action [illegible]que de la cantharidine et de la poudre de cantharides. — *Ch. Ro*[illegible] : Notes sur quelques caractères et sur le cœur caudal de l'an[illegible]lle, des congres et des leptocéphales. — *Onimus* : Modifications [illegible]l'excitabilité des nerfs et des muscles après la mort. — *G. Va*[illegible] : Recherches anatomiques sur un cas de macroglossie (prolonge[illegible]t hypertrophique congénital de la langue. — *Brault* : Note sur [illegible]lésions du rein dans l'albuminurie diphtérique. — *G. Pouchet* : [illegible]e sur les leucocytes de Semmer et les cellules éosinophiles [illegible]rlich.

— Bulletin de la Société de géographie, juin, juillet et août 1880. [illegible]*William Hüber* : Rapport fait à la Société de géographie dans sa [illegible]nce du 16 avril 1880 sur le concours au prix annuel. — Docteur [illegible]*gustin Decugis* : Deux semaines à Bankok. — Docteur *Pona*[illegible]*tes Potagos* : Voyage à l'ouest du haut Nil. — *G.-P.-H. Zimmer*[illegible]*n* : La rivière de Surinam. — *Venniokoff* : Itinéraire dans le Tur[illegible]stan afghan, par le colonel Grodékoff.

— Annales de démographie internationale, tome IV, numéros 13 [illegible]14. — *Arthur Chervin* : Essai de géographie médicale de la France. [illegible]Docteur *Bertillon* : Diffusion des maladies dans le voisinage des [illegible]pitaux. — *Thomas Velton* : De certains changements dans les [illegible]mps de mortalité en Angleterre. — *Messadaglia* et *Bodio* : Discours [illegible]r le diagramme solide à trois dimensions, ou stériogramme, exécuté [illegible]r la direction de statistique d'Italie. — De la colonisation algé[illegible]enne. — *Jacques Bertillon* : Note sur la fréquence comparée de la [illegible]èvre typhoïde et de la variole, dans la garnison et dans la population [illegible]ivile de Paris. — Rapport sur l'application de la loi pour la protection [illegible]es enfants du premier âge. — Causes de décès dans les villes de [illegible]uède. — De l'influence des professions sur la durée de la vie. — [illegible]ecensement des États-Unis de 1880.

— Archives d'anatomie pathologique de Virchow, tome LXXX, fas[illegible]icule 3; tome LXXXI, fascicules 1 et 2. — *Arndt* : Observations sur [illegible] moelle rouge des os. — *Ackermann* : De la cirrhose hypertro[illegible]hique et atrophique du foie. — *Ribbert* : De l'ostéo-malacie sénile [illegible] de la résorption osseuse en général. — *Grawitz* : Des conforma[illegible]ons variées de l'os pariétal. — *Stilling* : Infiltration leucocythémique [illegible] reins. — *Kyber* : De la régénération amyloïde de la rate et du [illegible]ie. — *Roth* : Du vas-aberrens et de l'hydratide de Margani. — [illegible]*berth* : Microphytes dans les organes des malades atteints de typhus [illegible]dominal. — *Lewin* : Action du tannin dans l'organisme. — *Tol*[illegible] : William Harvey, étude d'après les sources. — *Rabesin* : Néma[illegible]des trouvés dans le péritoine de l'homme. — *Salkowski* : Analyses [illegible]imiques du foie et de la rate dans un cas de leucocythémie. — [illegible]*olff* : Étude des bactéries dans les affections chirurgicales. — *Dé*[illegible]*iéville* : Taches pigmentaires de la peau. — *Grawitz* : Recherches [illegible]périmentales sur les végétations de micro-organismes sur les êtres [illegible]rants.

— Bulletin de la Société chimique allemande, juillet-août 1880. — [illegible]*iebe* : Chaleur spécifique des éléments solides, poids moléculaires [illegible] corps liquides. — *Melikoff* : Acide amidolactique. — *Grupe* et [illegible]*llens* : Réaction des phosphates et du citrate d'ammoniaque. — [illegible]*rnbaum* et *Gaier* : Action de l'iode sur les sels d'argent de quel[illegible]es acides bibasiques de la série grasse. — *Otto* : Constitution des [illegible]ides. — Synthèse des éthers dithioniques. — Des combinaisons [illegible]lfobenzyliques. — Action des températures élevées sur le sulfure [illegible] mercure éthyle et le sulfure de plomb éthyle. — Action de l'acide [illegible]lfurique sur les mercaptans aromatiques. — *Weil* et *Anrep* : De [illegible]xy-carbonate d'hémoglobine. — *Losanitch* : Constitution de la té[illegible]nitro diphénylcarbamine. — *Merz* et *Weith* : Produits de substi[illegible]tion ammoniacaux du phényle. — *Graebe* et *Meusching* : Anhy[illegible]de diphénylique. — *Stenhaupe* et *Groves* : Quelques dérivés de [illegible]rcine. — *Fitz* : De quelques fermentations. — Sels doubles des [illegible]des gras inférieurs. — *Crafts* : Densité de vapeur de l'iode. — [illegible]*omsen* : Recherches thermochimiques sur les combinaisons du car[illegible]ne. — *Fischer* : Le furfurol. — *Ladenburg* : L'homatropine cristal[illegible]lisée. — *Groves* : Détermination de l'azote dans les substances orga[illegible]ques. — *Kehlstad* : Soufre libre dans la distillation sèche du [illegible]trole. — *Hantzch* : Changement de la naphtylamine α en éther [illegible]naphtylméthylique. — Action des températures élevées sur le sul[illegible]yanure de méthyle. — *Tanatar* : De l'acide trioxymalique. — [illegible]*omsen* : Constitution des hydrocarbures isomères. — Recherches [illegible]ermochimiques sur le cyanogène et l'acide cyanhydrique. — *An*[illegible]*dreoni* : Des acides citriques. — *Zulkowski* [illegible] rine sur l'amidon. — *Ziegler* et *Kelbe* : [illegible] pyltoluol par le chlorure d'aluminium. — *Schiff* [illegible] et nitrés du camphre. — *Krafft* : Aldéhydes [illegible] série grasse. — *Levy* et *Schultz* : Des quin[illegible] [illegible]. — [illegible] De l'amarine. — *Nilson* : Poids atomique de l'ytterbium, [illegible] dium, du beryllium. — *Rosenfeld* : De deux [illegible] ques de cuivre.

— Archiv fur die gesammte physiologie de Pflüger, [illegible], t. XXII, fasc. 9, 10, 11 et 12. — *Worm Muller* et *Hagen* : [illegible] liquide de Trommer. — *W. Muller* : Insuffisance des méthodes [illegible]tuelles pour l'étude du mécanisme du cœur, et études sur le méca[illegible]nisme du cœur. — *Hammarsten* : Du fibrinogène. — *Loew* : Hypo[illegible]thèse sur la formation de l'albumine. — *Nasse* : Vitesse de la circulation dans les artères du cou chez le chien, et influence d'injections de chlorure de sodium dans les vaisseaux sur cette vitesse. — *Valentin* : Étude optique sur le sang, le lait et la bile, et leurs solutions diluées. — *Heubel* : Réponse aux objections de M. Deutschmann à propos de la cataracte diabétique.

— Archives de physiologie, numéros 4, 5, 6, 1880. — *Weber* et *Suchard* : Disposition en piles qu'affectent les globules rouges du sang. — *Soubbotine* : Structure des membranes synoviales. — *Couty* et *de Lacerda* : Le curare, son origine, son action, sa nature, ses usages. — *Meyer* : Rôle et formation de l'hyaline dans les anévrismes et les vaisseaux. — *Laveran* : Épithélium à cellules cylindriques primitif du foie. — *Barth* et *Déjerine* : Méningite bulbaire chez un individu atteint de paralysie diphtérique du voile du palais. — *Joffroy* : Bronchite et bronchopneumonie dans la variole. — *Ch. Richet* et *A. Breguet* : Influence de la durée et de l'intensité de la lumière sur la perception lumineuse. — *Malassez* et *Terrillon* : Recherches expérimentales sur l'épididymite consécutive à l'inflammation du canal déférent. — *Brissaud* : Effets de la ligature du canal déférent. — *Kiener* : Tuberculoses dans les séreuses chez l'homme et les animaux. — *Wannebrouck* et *Kelsch* : Cirrhose hypertrophique avec ictère chronique. — *Brissaud* : Spermatogénèse chez le lapin. — *Malassez* et *Sinéty* : Structure, origine et développement des kystes de l'ovaire. — *Sabourin* : Hépatite parenchymateuse nodulaire.

— Archiv fur physiologie (1880, n[os] 4 et 5). — *Schlösser* : Recherches sur l'arrêt des actions réflexes. — *Cash* : Rôle de l'estomac et du pancréas dans la digestion des graisses. — *Schöman* : Action de la physostigmine sur la pupille. — *Kries* : Mécanisme de la contraction des muscles striés. — *Gaule* : Observations faites sur les globules blancs du sang. — *Franz* : De la respiration artificielle. — *Dogiel* : Influence de la musique sur la circulation du sang. — *Dönhoff* : Floraison des végétaux d'après les saisons et non d'après la température extérieure; mort de lapins nourris avec un seul genre d'aliments. — *Binswanger* : Écorce motrice des circonvolutions et ses rapports avec les cordons médullaires. — *Kronecker* : Excitation des vaso-moteurs par l'addition de courants électriques rapprochés. — *Marckwald* : Centres nerveux respiratoires chez le lapin. — *Kronecker* : Déglutition. — *Lassar* : Des transfusions répétées. — *Munk* : Sphères visuelles et olfactives dans l'écorce cérébrale.

— Journal de physique (octobre 1880). — *G. Lippmann* : Vérification expérimentale faite par S. Carnot du principe qu'il a découvert. — *C.-M. Gariel* : Appareils et expériences pour les démonstrations élémentaires d'optique. — *B. Élie* : Influence de la propagation du son dans le choc des corps élastiques. — *A. Terquem* : Nouvelle forme de platine pour les machines pneumatiques.

CHRONIQUE

Association française pour l'avancement des sciences. — La ville d'Alger s'occupe dès à présent des préparatifs de la session que doit y tenir l'Association française, le 14 avril 1881. Le conseil municipal et le conseil général ont voté des sommes importantes pour subvenir aux frais du congrès; le comité local, présidé par M. Pomel, sénateur, directeur de l'École supérieure des sciences, a commencé à préparer le programme et à décider les excursions nombreuses qu'il y aura lieu de faire.

Le bureau de l'association française pendant la session prochaine est ainsi composé : président, M. *Chauveau*, correspondant de l'Institut, directeur de l'Ecole vétérinaire de Lyon; vice-président,

M. *Janssen*, membre de l'Institut, directeur de l'Observatoire d'astronomie physique de Meudon; secrétaire, M. *Maunoir*, secrétaire général de la société de géographie; vice-secrétaire, M. *Em. Trélat*, professeur au Conservatoire des arts et métiers, directeur de l'École spéciale d'architecture; trésorier, M. *G. Masson*, libraire-éditeur; secrétaire du Conseil, M. *C.-M. Gariel*, ingénieur des ponts et chaussées, agrégé de la Faculté de médecine de Paris.

Pour tous les renseignements relatifs au congrès d'Alger, on peut s'adresser au secrétariat de l'Association française, 76, rue de Rennes, Paris.

— La mission d'exploration transsaharienne. — La *Revue scientifique* a publié, dans son dernier numéro, une étude sur la mission d'exploration transsaharienne. D'après les dernières nouvelles, le colonel Flatters, qui se trouvait à Laghouat, avait dû partir subitement pour Alger. Il venait, en effet, de recevoir la nouvelle de l'arrivée à Alger d'une députation de Touareg, qui venaient le chercher pour servir de guides à sa nouvelle expédition. Il avait reçu également une lettre du chef du pays du Hoggar, qui lui assurait protection et bon accueil. Le colonel Flatters n'entrevoit pas qu'il puisse y avoir d'obstacle qui l'empêche de gagner le Tropique, à moins que le climat ne s'y oppose, ce qui ne paraît pas à craindre, selon lui, dans cette saison. Le Tropique coupe, en effet, le massif du Hoggar dans sa partie méridionale. Pour aller plus loin, les choses ne se présentent pas aussi bien. On signale des difficultés, des luttes, des guerres intestines. Pourra-t-il se diriger de là sur Tin-Bouktou. Il n'en sait rien; mais, dès à présent, il projette de prendre la direction du sud-ouest, par le Tanessouft, l'Afélélé, l'Adérar. Il a dû partir du 12 au 15 novembre de Ouargla, par une route que n'a jamais suivi aucun autre voyageur.

— Nouvelles géographiques. — On a reçu des nouvelles de M. Wiener, vice-consul de France à Guyaquil. Il a quitté Guyaquil pour franchir le plateau de la Cordillère, qui traverse la République de l'Équateur du nord au sud, et il a gagné la vallée du rio Napo, l'un des affluents importants de l'Amazone, qu'il va rejoindre à Tambo. M. Wiener dit avoir ainsi tracé le premier itinéraire qui ait été parcouru d'une côte de l'Amérique du Sud à l'autre. Il a recueilli 160 coupes et 2000 sondages sur le cours du rio Napo. Il a montré la possibilité de faire circuler librement les marchandises par cette voie navigable.

Pendant que M. Wiener plante le pavillon français au milieu des forêts vierges du Brésil, M. Charnay parcourt le Mexique. Il a recueilli le dessin d'une coupe de couleur, de date plus ancienne que l'époque de l'occupation du pays par les Espagnols. On a trouvé aussi dans la contrée des faïences et des colonnes d'origine japonaise, ce qui tend à donner plus de force à la théorie qui consiste à établir un rapprochement étroit entre les peuples du Mexique et les races asiatiques. On a également découvert au Mexique des restes de grands ruminants, bœufs, chevaux, lamas, remontant à une époque ancienne, alors qu'il est établi que l'Amérique n'a jamais possédé de grands ruminants en propre, le bison excepté.

Pendant ce temps, M. Leysmith explore les régions polaires et recule, d'un demi-degré en latitude et d'un degré en longitude, la Terre de François-Joseph. Du reste, la question polaire devient une question internationale. Les divers gouvernements européens ont tenu à Hambourg, en octobre 1879, une conférence internationale pour déterminer de quelle manière on devait procéder pour assurer aux expéditions polaires toute l'efficacité possible. Weyprecht, le lieutenant autrichien qui a découvert, avec Payer, la Terre de François-Joseph, s'est élevé contre l'entreprise des expéditions polaires nouvelles, comme étant des actes de vaine gloriole. Nous ne saurions partager cette manière de voir; mais il fait campagne pour arriver à déterminer la création d'un certain nombre d'observatoires circumpolaires.

La conférence de 1879 a, sur la proposition de la Société de géographie de Saint-Pétersbourg, reculé à 1882 l'envoi des expéditions projetées. Elle a en même temps accueilli avec de vifs regrets l'assurance donnée par le délégué français, que la France n'y saurait prendre part. Cette abstention est, en effet, très fâcheuse pour l'honneur national et pour les traditions de la science et de la marine françaises. A la France, ajoute Weyprecht, reviendrait, au contraire, par droit historique, le rôle d'exploratrice des régions antarctiques, et les études qu'elle a faites dans le passé, sur le magnétisme terrestre dans les régions boréales, sont bien faites pour l'engager à ne pas s'arrêter en si bon chemin.

— Institut géographique international. — Questions proposées par la Société de géographie de Berne au congrès international de géographie, qui se réunira à Venise en 1881.

I. — Quelles sont les mesures à prendre pour arriver à ce que, dans les différents pays et par l'organe des Sociétés de géographie, il soit donné suite aux vœux émis par le congrès, et à ce que les mesures prises soient portées, en temps utile, à la connaissance des Sociétés ?

II. — Les mesures prises dans les différents pays en conformité des vœux émis par un congrès de géographie ne devraient-elles pas être portées en tête des communications à faire au congrès suivant?

III. — Par quels moyens pourrait-on fusionner les congrès de géographie scientifique avec les congrès de géographie commerciale, ou, subsidiairement, ne conviendrait-il pas de réunir ces deux congrès à la même époque et dans la même ville?

IV. — Ne pourrait-on pas centraliser la publication des rapports officiels ou autres pouvant intéresser le commerce dans les différents pays ?

V. — De quelle manière pourrait-on provoquer l'élaboration d'un Manuel pratique de géographie et généraliser le plus possible son introduction dans les écoles secondaires?

— Sélénium. — En ce moment où le sélénium vient d'emprunter une nouvelle vie au photophone, on apprendra peut-être avec intérêt où et sous quelle forme on peut le trouver dans la nature.

La région de Cachenta, province de Mendoza (République Argentine), renferme de nombreux minerais de séléniure de cuivre, de plomb et d'argent, avec hydrosilicate de cuivre, oxyde de fer et gangue argileuse.

Voici les résultats d'une analyse de ce minerai, faite au laboratoire de l'École des mines :

Argent	1,96
Cuivre	28,00
Plomb	14,10
Fer	8,40
Sélénium	28,80
Tellure	1,80
Soufre	1,30
Silice et argile	10,00
Oxygène et perte	5,64
	100,00

— Le Reese fusing disc. — L'*Engineer* du 8 *octobre décrit* un appareil, dont les propriétés étonnantes sont utilisées, paraît-il, dans les usines d'Amérique, et qui porte le nom de *Reese fusing disc*. Cette machine sert à couper les barres cylindriques d'acier. On sait déjà qu'un disque de fer doux, tournant avec une grande rapidité, peut couper un morceau d'acier; mais ce résultat ne pouvait être obtenu jusqu'ici qu'à la condition essentielle que le disque fût en contact avec le disque. Or, d'après l'*Engineer*, le *Reese fusing disc* opère la section du morceau d'acier *sans le toucher*.

Après avoir eu connaissance de cette découverte, l'*Engineer* s'est empressé d'écrire à M. Reese, de Pittsburg, qui lui envoie les renseignements que nous résumons.

L'appareil consiste en un disque d'acier doux de 3,10 de pouce anglais d'épaisseur et 42 pouces de diamètre, il fait 230 tours à la minute.

Si l'on place en face du disque une barre cylindrique et qu'on lui imprime une rotation de 200 tours à la minute, dans le sens même du disque, la section est faite en dix secondes.

La barre n'est pas touchée; les morceaux, au moment de la section, sont chauds; la température du disque ne s'est pas élevée. Pour que le phénomène ait lieu, il faut que la barre soit mise en mouvement; si la barre restait immobile, elle ne pourrait être sciée que par contact. Nous nous garderons bien de chercher une explication à ce phénomène : nous nous bornons à le mentionner, en laissant à l'*Engineer* toute la responsabilité de la découverte américaine.

— Collège de France. — M. François Franck, remplaçant de M. Marey, ouvrira son cours le lundi 6 courant, à quatre heures et demie, et le continuera les lundis et vendredis à la même heure. Il traitera : 1° de l'influence du système nerveux sur les organes de la circulation en général et sur le cœur en particulier; 2° des poisons du cœur.

Le propriétaire-gérant : Germer Baillière.

PARIS. — Impr. J. CLAYE. — A. Quantin et Cie, rue St-Benoît. [1891]

LA

REVUE SCIENTIFIQUE

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

REVUE DES COURS SCIENTIFIQUES (2E SÉRIE)

DIRECTEURS : MM. ANTOINE BREGUET ET CHARLES RICHET

2e SÉRIE — 10e ANNÉE | NUMÉRO 24 | 11 DÉCEMBRE 1880

MÉDECINE

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

COURS DE THÉRAPEUTIQUE : M. G. HAYEM

Étude générale de la médication ferrugineuse.

Le fer est un des principes les plus importants de l'organisme et le seul métal dont la présence soit indispensable au maintien de la vie. Il existe dans toutes les parties de l'organisme, mais nulle part il n'acquiert autant d'importance que dans le sang. Bien qu'il ait été déjà constaté dans ce liquide par Cardan en 1663, puis, presque en même temps, par Galeati, Mangbini, Badia, sa localisation dans les hématies est un fait connu depuis un temps relativement court, puisqu'il résulte surtout des travaux de C. Schmidt. Sa présence dans le sérum, signalée par quelques auteurs, n'est sans doute que le résultat de la dissolution d'un certain nombre de globules rouges dans le sang sorti des vaisseaux et recueilli pour l'analyse. C'est donc un élément propre au globule rouge, ce qui indique déjà combien est naturel l'emploi du fer dans les maladies, qui comptent au nombre de leurs caractères anatomiques une lésion des hématies.

Avant de considérer le fer comme médicament, il est indispensable de rappeler brièvement les notions qui concernent son rôle dans l'économie.

Préoccupons-nous tout d'abord de la quantité totale que le corps humain en contient.

Cette quantité dépend principalement, d'une part, de la constitution anatomique du sang; d'autre part, de la masse totale de ce liquide.

La première de ces valeurs, c'est-à-dire la quantité de fer contenue dans une unité de volume de sang, est assez bien déterminée, au moins pour quelques animaux. On ne peut accorder, au contraire, qu'une valeur assez limitée aux recherches qui ont été faites par les différents physiologistes sur la masse totale du sang.

Lorsqu'on cherche à extraire chez un animal la totalité du sang, la lymphe se précipite dans les vaisseaux rouges et devient une cause très sensible d'erreur dont beaucoup d'auteurs n'ont pas tenu compte. De plus, les organes retiennent une certaine quantité de sang dont on ne peut les débarrasser complètement. La méthode du *lavage* de Welcker, considérée comme la meilleure, ne nous a donc fait connaître que d'une manière très approximative la quantité de sang que possèdent certains animaux.

En appliquant ces données à l'homme, on a admis que, chez les animaux supérieurs, la masse du sang est sensiblement proportionnelle au poids du corps. Comme rien ne prouve qu'il en soit réellement ainsi, on peut dire que la quantité de sang contenue dans le corps humain est encore très imparfaitement définie.

Ces réserves faites, pour fixer nos idées sur ce point intéressant, acceptons les chiffres fournis par les auteurs les plus compétents. D'après Preyer, le sang renfermerait chez l'homme 0,057 pour 100 de fer. Si l'on admet avec Bischoff que l'homme possède 7,7 pour 100 de son poids en sang, il en résultera que le sang d'un homme de 70 kilogrammes représentera 3 gr,07 de fer.

On s'accorde depuis quelques années à admettre que le fer n'est pas diffusé uniformément dans les hématies. La constitution histologique et chimique de ces éléments est loin d'être simple, et il semble bien établi que le fer appartient en propre à la matière colorante rouge, connue aujourd'hui sous le nom d'*hémoglobine*.

L'étude physiologique du fer se trouve donc identifiée à celle de l'hémoglobine.

C'est une matière de composition si complexe, que malheureusement son poids moléculaire n'est pas encore défini-

tivement fixé. Elle paraît constituée par une matière colorante combinée intimement avec une matière albuminoïde. On y a retrouvé les éléments suivants : C. H. Az. S. Fe et O. Ces éléments forment un corps bien défini qui, dans certaines conditions, donne lieu à la précipitation de cristaux. Vraisemblablement dans chaque espèce animale, l'hémoglobine offre une composition constante; mais cette composition n'est pas la même chez tous les animaux.

De nombreux faits viennent confirmer cette dernière proposition; il est bon de les rappeler. D'une espèce à l'autre, on observe des variations dans la forme et le volume des cristaux, dans la facilité plus ou moins grande avec laquelle ils se forment.

De plus, on note des différences dans la quantité d'eau de cristallisation, dans la solubilité des cristaux, et enfin dans leur pouvoir colorant, ce qui indique, ainsi qu'Hoppe-Seyler l'a fait remarquer avec raison, que la matière colorante est unie, suivant les animaux, à une proportion variable de matière albuminoïde.

Il serait intéressant de savoir sous quelle forme le fer est engagé dans l'hémoglobine. Jusqu'à présent aucune des hypothèses émises sur ce point n'a pu recevoir de démonstration scientifique. On hésite entre le phosphate basique, le carbonate ferreux, le sous-oxyde de fer, un sel ferrique.

La proportion de fer combiné à l'hémoglobine est encore indéterminée chez l'homme.

Pour le sang du chien, Hoppe-Seyler et Schmidt l'ont fixée à 0,43 pour 100.

La présence du fer dans l'hémoglobine a une importance physiologique capitale. En effet la fonction globulaire, c'est-à-dire la fixation de l'oxygène, appartient à l'hémoglobine, et celle-ci emprunte cette remarquable propriété au fer. Hoppe-Seyler et Preyer ont montré qu'un atome de fer fixe deux atomes d'oxygène. Cette proportion étant constante, il en résulte qu'on peut doser l'hémoglobine d'après la quantité maxima d'oxygène qu'elle absorbe.

Le composé défini formé par l'hémoglobine et l'oxygène a reçu le nom d'oxyhémoglobine. C'est grâce à l'instabilité de cette combinaison que le globule du sang peut jouer son rôle physiologique dans les échanges gazeux, c'est-à-dire perdre et reprendre alternativement de l'oxygène. Il paraît probable que ces mutations sont dues au passage facile et réciproque du fer de l'état de sous-oxyde à l'état d'oxyde. Sur ce point encore nous ne sommes pas suffisamment éclairés.

Un élément jouant un rôle aussi important devait nécessairement fixer l'attention des physiologistes et des médecins. En poursuivant des recherches cliniques sur ce sujet, on pratiqua d'abord le dosage du fer par les procédés chimiques; puis on chercha à lui substituer le dosage plus expéditif de l'hémoglobine. Rien, nous l'avons vu, n'était plus légitime. Mais avant même qu'on eût imaginé des procédés de dosage de l'hémoglobine, Vierordt et Welcker eurent l'idée de compte les globules rouges et pensèrent avoir trouvé ainsi un moyen pratique de mesurer la quantité d'hémoglobine ou de fer. Nous allons voir que si ces prétentions sont fondées lorsqu'il s'agit du sang physiologique, elles sont inexactes quand on opère avec le sang des malades. Le dénombrement des hématies, n'exigeant que quelques gouttes de sang, est un procédé essentiellement clinique. Toutefois la méthode de Vierordt était si longue et si pénible, qu'elle ne put être appliquée que dans une mesure très restreinte. Aujourd'hui la découverte de procédés expéditifs de numération des éléments du sang a fait entrer l'hématologie pathologique dans une voie nouvelle et féconde.

De nombreux travaux ont été ainsi suscités, et ces travaux ont d'autant plus d'intérêt pour nous qu'ils peuvent servir à résoudre diverses questions fort intéressantes de pharmacothérapie.

Au point de vue clinique, la numération des globules, ou mieux l'examen anatomique du sang offre de grands avantages et constitue un progrès réel. Il peut être *renouvelé* chaque jour et au besoin plusieurs fois dans les vingt-quatre heures, ce qui permet de suivre les changements produits dans la lésion hématique, soit par une maladie, soit par un traitement; de plus, tout en n'exigeant que très peu de temps, il fournit des données plus nombreuses et au moins aussi précises que les analyses chimiques.

Au début des recherches sur la numération des globules, on s'est préoccupé exclusivement du chiffre brut des hématies; on ne soupçonnait pas la variabilité extrême de la valeur de ces éléments en hémoglobine et l'on traduisait habituellement la quantité d'hémoglobine en chiffres d'hématies ou réciproquement : on admettait l'existence d'un rapport fixe entre le nombre des globules rouges et la richesse du sang en matière colorante. Il est bien loin d'en *être ainsi, et*, dans toute étude clinique ou pharmacothérapique, il importe absolument de ne pas oublier que les hématies éprouvent, de la part des processus morbides ou des actions médicamenteuses, des modifications sensibles, parfois singulièrement accentuées. En d'autres termes, en pathologie et en pharmacodynamique, il est inexact de considérer la quantité d'hémoglobine du sang et le nombre des globules rouges comme des valeurs proportionnelles. Pour arriver à des résultats indiscutables, il faut placer en regard du nombre des globules la dose d'hémoglobine que contient l'unité de volume du sang.

Beaucoup de travaux, même parmi ceux qui se produisent aujourd'hui, n'ayant pas été faits conformément à ce précepte, n'ont pas la signification qu'on leur accorde. Il était donc indispensable de rendre également pratique et applicable aux recherches cliniques le dosage de l'hémoglobine qui, jusque dans ces derniers temps, exigeait une quantité relativement grande de sang. Le procédé très simple dont je me sers est un procédé chromométrique dans lequel on prend pour étalon les globules du sang normal, la quantité d'hémoglobine étant, à l'état sain, sensiblement proportionnelle au nombre de ces éléments. Récemment on en a imaginé d'autres qu'il serait trop long de vous décrire. Je me bornerai à vous mettre en garde contre quelques-uns d'entre eux. Si vous vous souvenez que l'hémoglobine varie d'une espèce animale à l'autre, il vous sera impossible d'accorder confiance

aux dosages dans lesquels on prend, pour apprécier le sang humain, le sang d'une espèce différente, celui du chien par exemple. De même, lorsqu'on applique au dosage de l'hémoglobine le procédé de M. Schützenberger, fondé sur le pouvoir d'absorption du sang pour l'oxygène, on commet pour la même raison une erreur quand on prend pour base des calculs relatifs au sang humain la quantité d'oxygène absorbée par le sang d'un animal quelconque.

J'ai fait connaître à diverses reprises les appareils que j'utilise tant pour la numération des éléments du sang que pour le dosage de l'hémoglobine. Inutile d'en reprendre devant vous la description assez longue. Pour vous permettre de comprendre les développements qui vont suivre, je vous rappellerai uniquement que l'examen anatomique et chromométrique du sang nous fait connaître, outre les caractères histologiques variables de ce liquide complexe, les facteurs suivants : 1° le nombre des globules rouges contenus dans l'unité de volume, valeur que je représente par la lettre N; 2° la quantité d'hémoglobine contenue dans la même unité, exprimée sous le nom de richesse globulaire en nombre de globules normaux et représentée par la lettre R; 3° le rapport $\frac{R}{N}$ déduit des deux valeurs précédentes et exprimant, sous la lettre G, le contenu en hémoglobine d'une hématie; 4° enfin, pour être complet, le nombre des globules blancs (B) et celui des hématoblastes (H). Vous voyez jusqu'à quel point on peut pénétrer ainsi dans l'intimité de la composition du sang, et cependant je néglige dans cet exposé d'autres caractères anatomiques dont l'indication nous éloignerait de notre sujet.

Les nouveaux procédés que je vous signale ont permis de reprendre l'étude du sang à divers points de vue et dans ces dernières années les travaux de ce genre se sont beaucoup multipliés. Les uns se rapportent à l'histoire naturelle et à la physiologie du sang, d'autres comprennent des recherches pathologiques et pharmacothérapiques. Il serait certes intéressant de les résumer devant vous, mais nous devons nous en tenir aux données qui nous permettront de comprendre l'action du fer et des ferrugineux.

Après avoir pris connaissance du rôle général du fer dans le sang, cherchons à nous rendre compte des variations qu'éprouve la quantité de fer ou d'hémoglobine dans ce liquide. Nous aurons à invoquer dans le cours de cette étude, à côté des résultats nouveaux, les faits révélés par les chimistes et particulièrement par les auteurs français qui, depuis près d'un demi-siècle déjà, ont fait des recherches extrêmement remarquables sur ce sujet.

Bien des circonstances peuvent faire varier la richesse du sang en globules. Parmi les *conditions physiologiques*, je vous signalerai la constitution, l'individualité, le mode de vie, le sexe, l'âge, la menstruation, la grossesse, l'alimentation, le passage du sang à travers certains organes.

1° *Constitution, individualité, mode de vie.* — Des recherches nombreuses, parmi lesquelles il suffit de citer celles de Denis, Lecanu, Andral et Gavarret, Delafond, Becquerel et Rodier, ont montré qu'il existe des différences individuelles assez grandes sous le rapport du poids des globules rouges contenus dans le sang. Lecanu a trouvé chez les hommes robustes 136 pour 1000, chez les hommes faibles 116 pour 1000 seulement; chez les femmes robustes la proportion est de 126 pour 1000, chez les femmes faibles de 117.

Depuis, la numération nous a appris que les hommes robustes ont environ cinq millions d'hématies par millimètre cube de sang, tandis que les individus d'une constitution faible n'en ont, en moyenne, que 4 500 000. Ces résultats concordent donc avec ceux que les analyses chimiques ont fait connaître.

Le mode d'existence est une source de différences sensibles. C'est ainsi que Pettenkofer et Voit, puis Ranke ont vu que les animaux maintenus dans un repos musculaire presque complet possèdent moins d'hématies que les animaux de la même espèce vivant en liberté. La numération confirme également ce fait.

2° *Sexe.* — Tous les chimistes ont trouvé plus de globules chez le mâle que chez la femelle, et cette loi est vraie aussi bien pour l'espèce humaine que pour les animaux.

Nasse a trouvé chez l'homme 0,05824 pour 100 de fer, et chez la femme 0,0499. Les chiffres indiqués par Becquerel et Rodier sont à peu près les mêmes, soit pour l'homme 0,0565 ; pour la femme 0,0511. Schmidt, Scherer et d'autres sont arrivés à des résultats analogues. Welcker, en se servant d'un procédé chromométrique particulier, a trouvé chez l'homme cinq millions de globules et chez la femme 4 700 000. J'ai obtenu depuis, à l'aide de la numération, des moyennes analogues. Récemment Korniloff, en se servant d'une autre méthode encore, le spectroscope de Vierordt, a observé les mêmes écarts légers entre le sang de l'homme et celui de la femme. C'est donc là un fait acquis et dont nous pourrons tenir compte dans l'appréciation de l'état des malades.

3° *Age.* — Les auteurs s'accordent à reconnaître que, dans l'espèce humaine, le sang du fœtus est plus riche en hémoglobine ou en fer que le sang de l'adulte. Denis, en dosant l'hématine et l'oxyde de fer, a trouvé une plus forte proportion de ces corps dans le sang fœtal que dans le sang maternel. D'après Poggiale, cette différence n'existerait que chez l'homme et chez le chien et non chez les autres animaux. On a eu le tort, en général, dans ces appréciations, de comparer le sang de l'enfant à celui de la nouvelle accouchée qui est toujours plus ou moins anémiée. Néanmoins le fait est exact et l'examen anatomique du sang a permis de le préciser et d'en reconnaître la cause.

Pendant la première semaine, après la naissance, le sang du nouveau-né humain est, en général, au moins aussi riche que celui de l'adulte le plus robuste. Cette particularité est la conséquence non seulement du nombre élevé des hématies, lequel varie de cinq à six millions, mais encore de la richesse plus grande des globules en hémoglobine. Il ne faudrait pas en inférer que les hématies du nouveau-né ont une constitution particulière; ils sont simplement plus grands, en moyenne, que ceux de l'adulte, ainsi que l'établissent les mesures micrométriques.

Divers chimistes, parmi lesquels je citerai Denis, Nasse,

Poggiale, Verdeil, Preyer, ont vu chez divers animaux le sang s'appauvrir après la naissance. Chez l'homme j'ai constaté également qu'au bout d'un certain temps le sang devient peu à peu et d'une manière définitive moins riche en globules que celui de l'adulte, sans avoir pu encore déterminer l'âge à partir duquel le sang acquiert ses caractères définitifs.

On a dit que chez les vieillards le sang subissait un appauvrissement plus ou moins notable. D'après les résultats qui m'ont été fournis par la numération, le sang de l'homme resterait au contraire sensiblement le même jusqu'à un âge avancé.

4° *Grossesse et menstruation.* — A une époque encore peu éloignée de nous, où l'on saignait fréquemment les femmes pendant le cours de la grossesse, on a eu l'occasion de constater que cet état détermine une déglobulisation plus ou moins notable. Les chiffres fournis par Nasse, Popp, Andral et Gavarret, Regnault, Becquerel et Rodier, etc., ne laissent aucun doute à cet égard. Cette diminution dan la richesse globulaire du sang est extrêmement variable. D'après les auteurs précédents, elle dépasse rarement la proportion d'un cinquième ou d'un quart, lorsqu'on reste dans la limite des faits physiologiques. Les numérations que j'ai eu l'occasion de faire paraissent confirmer ces données, qui mériteraient d'être complétées à l'aide de nouvelles recherches. Les faits que j'ai observés montrent que la grossesse est certainement, d'une manière générale, une cause d'aglobulie, mais que certaines femmes la supportent sous ce rapport bien mieux que d'autres. Ce sont les femmes jeunes et primipares qui perdent le plus de globules, particulièrement dans le cours des deux derniers mois. Chez d'autres femmes, ayant habituellement des règles très abondantes, le nombre des globules ne diminue pas pendant les premiers mois de la grossesse, parfois même il augmente, et ce n'est qu'à la fin de la grossesse qu'il présente une tendance à s'abaisser.

La menstruation met la femme dans les conditions d'une perte sanguine temporaire, se réparant en quelques jours. Elle produit au point de vue de l'action physiologique du sang des modifications très intéressantes.

La richesse du sang en hémoglobine diminue un peu, mais le nombre des globules augmente.

Cette contradiction apparente est la conséquence de l'effort réparateur qui verse dans le torrent circulatoire de nombreux éléments nouveaux, plus petits que les adultes et possédant par suite moins de matière colorante. Nous verrons se reproduire le même fait à la suite de toutes les hémorrhagies temporaires.

5° *Alimentation.* — Les recherches multipliées de Denis, Becquerel et Rodier, Verdeil, Panum, Voit, etc., établissent que la richesse globulaire est sous la dépendance de la qualité et de la quantité des aliments. Les carnivores ont plus de globules que les herbivores et, chez les omnivores, le régime azoté fait monter le chiffre des globules. C'est, en effet, l'alimentation azotée qui fournit le plus de fer. Il résulte cependant des travaux de Gmelin, Popp, Thompson qu'une alimentation riche en graisse accroît sensiblement le chiffre des globules. Ce fait joue probablement un rôle dans l'action reconstituante de l'huile de foie de morue, la plus assimilable de toutes les graisses. Le régime mixte, à la fois azoté et gras, paraît donc être le plus favorable à la reconstitution du sang.

Il serait intéressant d'étudier chez l'homme, à l'aide des procédés de numération, les différences relatives aux races, aux climats, aux divers genres de vie. Sans aller bien loin, on pourrait trouver l'occasion de comparer le sang des paysans qui se nourrissent presque exclusivement de végétaux avec celui des citadins usant largement de l'alimentation azotée.

6° *Passage du sang à travers certains organes.* — Beaucoup de physiologistes ont pensé que le sang subit de profondes modifications sur son parcours, notamment en traversant certains organes.

C'est ainsi que diverses recherches, parmi lesquelles je citerai celles de Prévost et Dumas, Funke, Béclard, ont assigné des caractères particuliers au sang sortant de quelques organes, notamment de la rate et du foie. Ces travaux n'avaient pas jeté une bien vive lumière sur l'origine des éléments du sang lorsqu'on commença à appliquer à ces études les procédés de numération.

M. Malassez, dans sa thèse inaugurale, annonça des différences sensibles dans la constitution anatomique du sang suivant les départements vasculaires et rappela ainsi l'attention sur ce sujet.

J'ai repris cette étude pendant l'année 1877 et, dans un travail que je n'ai pas encore publié, j'ai obtenu des résultats opposés. Le sang m'a paru contenir à peu près partout le même nombre de globules blancs et d'hématies, les différences constatées dans mes numérations n'ayant jamais dépassé d'une manière sensible la limite des erreurs possibles.

Lesser, de son côté, en se servant d'un procédé différent, c'est-à-dire d'une modification de la méthode chromométrique de Hoppe-Seyler, est arrivé au même résultat : le sang contiendrait partout, à très peu près, la même quantité d'hémoglobine.

Ces faits ne prouvent pas que la composition du sang reste invariable sur tout le trajet circulatoire, car à côté des oscillations dans le nombre des éléments, il y a bien d'autres facteurs à considérer dans le sang; mais, au point de vue de l'étude du fer, ils ne nous permettent pas encore d'admettre l'existence de centres producteurs ou destructeurs d'hémoglobine, et ils ne nous ont pas fait encore découvrir d'organes formateurs du sang.

— Le fer de l'organisme, avons-nous dit, n'est pas confiné dans le sang. On en trouve dans toutes les autres parties de l'économie et cette revue physiologique resterait incomplète si nous la limitions aux faits qui concernent le sang.

Depuis longtemps déjà on a signalé la présence du fer dans la lymphe et le chyle. Hensen, ayant recueilli le liquide qui s'écoulait d'une fistule lymphatique du pénis, a trouvé dans les cendres du sérum de cette sécrétion 0,53 pour 100 de fer. Lehmann, au contraire, n'a pas trouvé de fer dans le sérum de la lymphe.

En 1840, Simon signala la présence de l'hématine dans le chyle du canal thoracique chez le cheval, et Schmidt a depuis évalué la proportion de cette substance à 0,06 pour 1000. Quelques auteurs ont prétendu que ce résultat était accidentel et que la présence du fer dans le chyle était la conséquence de la pénétration d'un nombre plus ou moins grand de globules rouges provenant des vaisseaux sanguins, dans le canal thoracique. Hyrtl, en se fondant sur des recherches anatomiques, a considéré, au contraire, comme normale, la présence des hématies dans la lymphe. C'est en traversant les ganglions lymphatiques que la lymphe acquerrait, d'après cet auteur, de l'hémoglobine.

La présence des hématoblastes dans la lymphe et le chyle, éléments qui contiennent déjà de l'hémoglobine, explique les résultats obtenus dans les analyses chimiques. Nous ferons, de plus, observer que les globules blancs des voies lymphatiques sont plus riches en hémoglobine que ceux du sang et prennent, par conséquent, une certaine part dans les résultats obtenus.

Dans le tissu musculaire il existe, chez tous les animaux, une notable quantité de fer. Celle-ci est variable d'une espèce à l'autre, parfois chez le même animal d'un muscle à l'autre.

On s'est demandé si le fer, qui se trouve engagé encore ici dans une matière colorante absolument la même que l'hémoglobine, était réellement un principe constituant du muscle. Kühne, après avoir lavé avec soin divers muscles à l'aide d'une solution chlorurée sodique, y a constaté encore de l'hémoglobine qui serait, d'après lui, un des corps constituants du tissu musculaire. D'après Brozeit, au contraire, l'hémoglobine serait apportée par le sang, et la chair musculaire en serait simplement imbibée. Critiquant les recherches de Kühne, Prussak a fait remarquer avec raison que le lavage du muscle à l'aide d'une solution de chlorure de sodium injectée dans les vaisseaux fait diffuser l'hémoglobine jusque dans les éléments propres du muscle.

D'autres travaux entrepris sur la même question n'ont pas encore donné de résultat définitif et n'ont pu établir l'existence de l'hémoglobine dans le plasma musculaire propre.

Toutes les analyses de l'encéphale et des nerfs signalent l'existence du fer dans le tissu nerveux. Quelques chimistes en ont signalé des traces dans les os ; von Bibra, au contraire, après avoir soumis ces organes à l'épuisement par l'eau, n'a pu y reconnaître d'une manière certaine la présence de ce métal. Enfin on en trouve encore dans les cartilages, dans les dents, dans la cornée et l'épiderme, dans les cheveux et dans tous les pigments.

Certains viscères, tels que le foie et la rate, en sont très riches. D'après les recherches de M. Picard la rate contiendrait même plus de fer que le sang et serait par conséquent pour ce métal un lieu d'emmagasinement. Ce résultat ne prouve pas cependant que le fer appartienne en propre à la rate; il est probable qu'il y est apporté par le sang qui y subit des modifications encore inconnues.

Lorsque les poumons ont été débarrassés complètement du sang qu'ils contiennent par le lavage, on y trouve encore, comme dans tous les organes contenant du pigment, une proportion variable de fer.

En résumé, bien que le fer soit répandu partout, il paraît appartenir en propre au sang, soit au sang tout formé qui circule dans les vaisseaux rouges, soit au sang en voie d'élaboration qui remplit les vaisseaux blancs. C'est au sang, et probablement exclusivement au sang rouge, que les tissus et les organes paraissent l'emprunter en s'imbibant d'une quantité plus ou moins grande d'hémoglobine ou en produisant à l'aide de cette matière colorante les divers pigments de l'économie. L'histoire physiologique du fer est donc en dernière analyse intimement liée à celle du liquide nourricier.

Connaissant maintenant la répartition générale du fer dans l'économie, il nous reste encore, pour compléter ces notions physiologiques, à envisager l'étude de ce métal au point de vue de la nutrition générale.

Dans les conditions de la vie normale tout le fer que nous possédons nous est fourni par les aliments. Ce corps est répandu avec une telle profusion dans la nature que tous nos aliments en contiennent des proportions sensibles.

Parmi les aliments particulièrement riches en fer nous citerons certains féculents, l'avoine, les haricots, les lentilles; puis les œufs, la viande. M. Boussingault a réuni sous forme d'un tableau, reproduit dans tous les livres classiques, les résultats de ses nombreuses recherches sur ce sujet. Ce tableau est utile à consulter lorsque l'on cherche à faire pénétrer le plus de fer possible dans l'organisme.

Les aliments solides ne constituent pas la source unique à laquelle nous puisons ce principe. Moleschott a prouvé que toutes les boissons et entre autres l'eau potable elle-même en renferment également.

On s'est demandé avec raison quelle est la quantité de fer nécessaire à l'entretien normal. A cette question importante on n'a encore répondu que d'une manière imparfaite et en se servant d'un moyen détourné. Cette quantité a été calculée, en effet, d'après la ration d'entretien.

Les chiffres de M. Boussingault indiquent pour la ration du marin français — 0gr,0661 de fer; pour celle du soldat — 0gr,078; pour celle de l'ouvrier irlandais — 0gr,0912; pour celle du galérien — 0gr,0591. La quantité moyenne de fer renfermé dans l'alimentation d'un adulte est donc d'environ 0gr,07. Mais que devient ce fer? Est-il absorbé? dans quelle proportion est-il utilisé? quelle perte vient-il combler? La réponse à ces questions se trouvera comprise dans l'étude pharmacodynamique du fer.

Examinons tout d'abord comment le métal, considéré comme médicament, peut pénétrer dans l'organisme. Les préparations de fer mises en usage en médecine sont extrêmement nombreuses, et il ne sera pas utile de les étudier toutes individuellement. Pour la compréhension des faits généraux dont nous nous occupons, il suffit de se rappeler que ces préparations se subdivisent en solubles et en insolubles.

Elles peuvent être mises en contact avec la peau, le tissu cellulaire sous-cutané, les diverses muqueuses.

L'absorption par la peau saine, même lorsqu'il s'agit des composés les plus solubles, doit être considérée, d'après diverses expériences et en particulier celles d'A. Mayer, comme nulle.

Quand la peau présente une solution de continuité ou une ulcération, toutes les préparations solubles, non styptiques, sont facilement absorbées. De même le fer peut pénétrer dans l'organisme lorsque des composés ne détruisant pas les tissus, comme le citrate de fer par exemple, sont injectés dans le tissu cellulaire sous-cutané. On a tenté récemment d'utiliser cette voie d'introduction. Quand les préparations employées sont styptiques ou caustiques, comme le perchlorure de fer, les phénomènes locaux paraissent s'opposer complètement à l'absorption.

C'est par la voie stomacale que le fer est vulgairement introduit dans l'organisme. Dans la bouche, les préparations insolubles ne subissent aucune modification ; pour celles qui sont solubles, l'absorption pourrait déjà, suivant Mitscherlich, s'y effectuer dans une certaine mesure. Toujours est-il que ces composés colorent les dents et les gencives en noir, en formant soit un albuminate de fer (Mayer), soit un sulfure (Buchheim, Schroff), soit un tannate (Baruel), soit enfin une combinaison avec la substance même des dents (Smith). C'est là un des inconvénients des sels solubles, inconvénient auquel il est facile de remédier en administrant ces composés de manière à les empêcher de se dissoudre dans la salive.

Les phénomènes qui se passent dans l'estomac et les intestins sont de beaucoup les plus importants, et, bien qu'ils aient déjà donné lieu à de très nombreuses recherches, ils sont encore assez imparfaitement déterminés.

Quand on dose la quantité de fer éliminée avec les fèces, on est surpris de la trouver presque égale à celle qui a été introduite dans le tube digestif. Aussi quelques physiologistes ont-ils nié l'absorption de cette substance, tandis que d'autres l'ont considérée tout au moins comme très restreinte. Aujourd'hui on admet généralement que les préparations de fer sont absorbées, en notable proportion, dans l'estomac et on fonde cette opinion sur des expériences assez nombreuses dont je vous indiquerai seulement les principales conclusions.

Au sujet du mode de pénétration, on est en présence de trois hypothèses principales :

1° Pénétration directe du fer dans le sang sous la forme d'un sel inorganique et combinaison de ce composé avec les substances albuminoïdes du sang;

2° Combinaison du fer et des albuminoïdes directement dans l'estomac et l'intestin, avant l'absorption;

3° Absorption par ces deux procédés à la fois

Cette dernière opinion qui, dans son éclectisme, concilie les deux premières hypothèses est celle que Scherpf a adoptée récemment dans un travail intéressant qui résume parfaitement l'état de la science sur ce point.

Prenons comme exemple une préparation insoluble, la limaille de fer ou le fer réduit. Voici quelle sera la marche des phénomènes.

En premier lieu, le fer s'oxyde, puis en présence de l'acide du suc gastrique il se forme du chlorure de fer (Rabuteau, Scherpf). Pendant l'oxydation, une certaine quantité d'eau étant décomposée, il se produit dans l'estomac de l'hydrogène libre déterminant l'éructation si souvent signalée. Lorsqu'on se sert d'oxyde de fer, ce dernier phénomène est par suite écarté.

Dès que le chlorure de fer est formé, il paraît pouvoir être absorbé directement, au moins en partie, en formant au fur et à mesure de sa pénétration dans le sang un albuminate de fer, rendu soluble par les bases alcalines du sang, de sorte que le métal est, en définitive, entraîné sous la forme d'un albuminate double.

Toutefois, une autre partie du chlorure de fer, peut-être la principale, rencontrant des albuminoïdes ou des peptones d'abord dans l'estomac, puis dans l'intestin, en même temps que des alcalis (chlorure de sodium surtout), forme immédiatement de l'albuminate ou du peptonate double de fer et d'une base alcaline (Na, par exemple), sel inoffensif pour le sang et pouvant être facilement assimilé.

Cette théorie, à l'appui de laquelle ont paru en dernier lieu les recherches de Mitscherlich, Buchheim, Dietl, Scherpf, semble être la plus acceptable. Mais a-t-elle une portée générale?

Elle s'applique vraisemblablement à toutes les préparations insolubles, à l'exception des phosphates; mais quelques composés solubles se comportent d'une manière particulière. Ainsi l'iodure de fer entraîne son iode avec lui, probablement aussi en combinaison avec l'albumine et le métalloïde agit à sa façon et se retrouve bientôt dans l'urine.

De plus, il existe au moins deux composés solubles, les ferro et ferricyanures de potassium, qui pénètrent dans le sang sans se modifier et se retrouvent intacts dans les urines. C'est là un fait intéressant que nous aurons plus tard l'occasion d'utiliser.

Les transformations chimiques subies par les ferrugineux dans l'estomac et l'intestin montrent sous quelle forme le fer peut être absorbé; examinons maintenant quels sont les lieux et voies d'absorption. Les recherches de Tiedemann et Gmelin ont apporté sur ce point peu d'éclaircissement. Après avoir injecté dans l'estomac chez le chien 5 grammes de chlorure de fer, ces observateurs ont retrouvé, au bout de cinq heures, dans le cœcum une quantité presque égale de fer, ce qui conduit certains auteurs à mettre en doute l'absorption de ce métal. Plus récemment E. Wild a publié des faits très significatifs. Il a mélangé au foin consommé par des moutons une quantité déterminée de fer et a pratiqué à certains intervalles l'examen des diverses portions du tube digestif. Cette méthode lui a permis d'établir que le fer diminue par absorption dans l'estomac et dans la première portion de l'intestin, puis qu'il redevient peu à peu plus abondant au fur et à mesure qu'on se rapproche du rectum. Sur 0,236 pour 100 de fer introduit dans l'estomac, on en retrouve 0,217 pour 100 dans la dernière portion du tube digestif.

Ces faits prouvent donc que le fer absorbé par l'estomac est, d'autre part, excrété par l'intestin. Toutefois la majeure partie de ce corps, surtout lorsqu'on l'emploie à haute dose,

échappe à l'absorption. On sait qu'il colore les selles en noir, et cette coloration n'est pas mieux expliquée que celle des dents.

On ne peut avec Baruel invoquer la présence dans l'intestin du tannin des aliments, puisque A. Mayer a observé la coloration noire chez les malades soumis au régime lacté. Trousseau et Pidoux ont admis une modification de la bile, tandis que Buchheim et A. Mayer croient simplement, ce qui paraît très vraisemblable, à la formation de sulfure de fer.

L'apport du métal absorbé a-t-il lieu par le sang ou par le chyle?

Pour résoudre cette question, Westrum et Panizza ont fait la ligature du canal thoracique, et ils ont vu que cette opération ne s'oppose pas au passage du fer dans le sang général.

Les analyses du chyle faites par Menghini, Mayer, Wright pendant l'absorption du fer confirment le résultat précédent. Elles n'ont pas montré, en effet, d'augmentation du fer dans le chyle. De même, Tiedemann et Gmelin, après avoir injecté du sulfate de fer dans l'estomac chez des chiens et des chevaux, n'ont pas retrouvé le métal dans le chyle; mais ils en ont constaté une grande quantité dans la veine-porte et ses branches. Le fer paraît donc être absorbé par les veines mésaraïques qui le conduisent au foie avant de le livrer à la circulation générale.

Pendant que s'accomplit cette introduction du métal dans l'organisme, il s'en fait une élimination constante par les voies les plus diverses.

Toutes les excrétions contiennent, en effet, une quantité variable et parfois très notable de fer. Dans la sueur, sa présence a été signalée par Gorup-Besanez, Vitale et Latini, Schottin. D'après Lehmann, ce sont les débris épithéliaux qui renfermeraient le fer. Dans un cas de cyanhydrose observé par Kollmann, la coloration bleue de la sueur était due à la présence de phosphate de fer.

La salive paraît n'en contenir que des traces : C. Bernard n'a pu en trouver dans la salive parotidienne. Cependant G. Besanez, Wright et Enderlin en ont constaté dans la salive mixte. Dans le calcul de Stenon, analysé par Humbert et Lassaigne, il existait une notable proportion de fer.

Ce sont les sécrétions du tube digestif qui en renferment le plus. Tous les observateurs qui ont fait des analyses du suc gastrique en ont trouvé dans ce liquide une assez forte proportion. Vous pourrez consulter entre autres les chiffres donnés par Braconnot, Berzelius, Frerichs, Tiedemann et Gmelin, C. Bernard, E. Wild, A. Mayer.

D'après des recherches faites sur l'homme, C. Schmidt estime qu'un adulte de 64 kilogrammes sécrète par jour 0,03 centigrammes de fer par le suc gastrique, ce qui représente près de la moitié du fer introduit avec les aliments. Il est vrai qu'une partie peut en être réabsorbée dans le reste du tube digestif.

Le même métal est encore une des parties constituantes du suc pancréatique. C. Schmidt et Kraiger, Bidder et Schmidt l'y ont mis en évidence.

Un calcul analogue au précédent indique pour un homme de 64 kilogrammes une perte de 0gr,0064 de fer par le pancréas.

C'est par la bile que se fait la déperdition la plus importante. Ce liquide, riche en matière colorante ferrugineuse, en a constamment décelé une proportion très notable dans les analyses faites par un grand nombre de chimistes (Thénard, Bizio, Enderlin, Quevenne, Rose, etc.). En poursuivant les estimations rapportées à un homme du poids de 64 kilogrammes, on trouve une perte quotidienne de 0,0428 de fer par la bile.

Les calculs biliaires en renferment toujours une certaine quantité (Wurzel, Ritter, etc.).

Nous savons qu'il en existe aussi normalement dans l'urine, en combinaison avec une matière colorante, décrite par Scherer et Harley sous le nom d'urohématine et qui vraisemblablement provient de l'hémoglobine. Sur l'importance de cette voie d'élimination on a émis des opinions contradictoires. Tandis que quelques-uns ont signalé une augmentation du fer de l'urine pendant l'administration des ferrugineux, d'autres n'ont pas observé un semblable résultat, et c'est même là une des raisons invoquées pour mettre en doute l'absorption du fer.

Mayer et Schroff, ayant repris l'examen de cette question, ont trouvé que les variations du fer de l'urine, sous l'influence des ferrugineux, étaient très inconstantes, tandis que Hamburger, plus récemment, a été conduit par ses recherches à considérer la quantité de fer de l'urine comme à peu près invariable. Nos connaissances sur cet intéressant point de l'histoire du fer sont donc encore insuffisantes. L'urohématine elle-même ainsi que les matières extractives qui, d'après M. Magnier, peuvent retenir du fer sont incomplètement étudiées et il sera important d'entreprendre de nouvelles recherches physiologiques et pathologiques sur ces diverses substances. Quoi qu'il en soit, il peut s'effectuer dans certains cas pathologiques une élimination surabondante de fer par l'urine, car on trouve ce métal dans les sédiments et dans les calculs. L'un de mes confrères dont la santé ne laisse rien à désirer a expulsé spontanément, il y a quelques années, un calcul composé presque uniquement de fer.

Les larmes elles-mêmes peuvent en contenir puisque Wurzer a extrait d'un calcul lacrymal 9 pour 100 d'oxyde de fer.

Dans le lait, il doit être regardé comme un principe constant, indispensable d'ailleurs au développement du nouveau-né. La proportion dans laquelle il s'y trouve est variable; elle augmente par l'administration des ferrugineux et l'on a calculé que l'élimination en devenait sensible par cette voie environ au bout de quarante heures.

Il est probable que tous les produits d'exsudation renferment également du fer. A l'appui de cette proposition on peut citer une analyse de Mayer concernant la sérosité du péricarde.

En somme, ce sont les liquides du tube digestif qui en entraînent le plus au dehors. Aussi l'exonération rectale constitue-t-elle de beaucoup la plus importante des voies d'élimination. Les fèces contiennent d'ailleurs non seulement le

fer de la bile et des autres liquides digestifs, mais aussi l'excès de fer alimentaire ou médicamenteux. Dans les conditions normales, on y trouve chez l'homme 2,50 d'oxyde de fer sur 100 parties de cendres. D'après Bidder et Schmidt, la perte faite de ce côté serait cinq à six fois plus élevée que l'élimination par les urines.

Lorsqu'on réunit et qu'on compare tous ces chiffres, il s'en dégage un fait intéressant, à savoir qu'à l'état normal l'organisme perd à peu près autant de fer qu'il en absorbe.

Cela peut se comprendre de deux façons bien différentes et le choix que l'on doit faire entre elles a une très grande importance. On peut prétendre, en effet, que le fer absorbé n'arrive pas dans le sang général et qu'arrêté par divers organes, notamment par le foie, il retourne par la bile dans l'intestin sans avoir passé par tout l'organisme.

Dans une autre hypothèse, le fer ne passerait dans les excrétions qu'après avoir fait partie intégrante des globules.

Paganuzzi, dans des recherches intéressantes portant sur l'élimination du fer par la bile, a émis l'opinion que ce métal parcourait la petite circulation entéro-hépatique sans pénétrer dans la grande, et divers auteurs, parmi lesquels je citerai Lussana, se sont fondés sur ces expériences pour admettre que le fer, comme d'ailleurs d'autres métaux, étaient arrêtés par le foie et ne le franchissaient pas aisément. Cette opinion s'appuie encore sur ce fait que l'urine contient une quantité de fer à la fois faible et à peu près constante. C'est sur des considérations analogues que divers observateurs, parmi lesquels il faut citer Cl. Bernard, se sont basés pour restreindre l'action du fer à une excitation spéciale des organes digestifs. Il importerait donc de savoir exactement ce qu'il faut penser sur ce point de la physiologie du fer.

A défaut d'expériences décisives, nous opposerons à la théorie précédente quelques objections qui nous portent à la rejeter. Plus tard, en nous occupant des faits pharmacothérapiques, nous accumulerons les arguments qui nous paraissent militer en faveur de la circulation du fer à travers tout l'organisme.

S'il est vrai que la bile est réellement la principale voie d'élimination, nous avons vu qu'elle est loin d'être la seule. Il se produit de toutes parts dans l'organisme une dépense évidente de fer, et ce fer abandonnant l'économie, cela seul suffit déjà à montrer que l'organisme serait épuisé au bout d'un certain temps s'il ne fixait pas de nouvelles quantités de fer. Nous savons que tout ce fer est très vraisemblablement emprunté au sang. Pour que la composition du sang reste constante il faut donc que l'hémoglobine détruite soit remplacée par une formation incessante d'hématies. On veut limiter la circulation du fer au trajet entéro-mésentérique, mais ce fer n'est-il pas contenu dans la matière colorante de la bile qui très vraisemblablement dérive elle-même (Kunkel) d'une transformation de celle du sang? C'est donc à l'hémoglobine des hématies que le foie emprunte le fer nécessaire à l'élaboration de la bile, et rien ne prouve que cet organe puisse l'utiliser directement lorsqu'il ne s'y trouve encore qu'à l'état de dissolution dans le plasma.

L'opinion que nous cherchons à réfuter suppose implicitement un état statique à peu près immuable du sang. Nous pensons, contrairement à cette hypothèse, que le sang est en voie d'évolution continue et que ce milieu obligé des échanges nutritifs est renouvelé d'une manière constante et assez rapide par le sang blanc. C'est en se détruisant que les hématies abandonnent les substances qui entrent dans leur composition et entre autres la matière ferrugineuse qui les colore; incessamment d'autres hématies viennent les remplacer après avoir fixé une nouvelle quantité d'hémoglobine.

L'étude des hématoblastes ne permet guère de conserver des doutes à cet égard. Bien que ces éléments soient très abondants dans le chyle, on n'en compte jamais dans le sang général plus d'un certain nombre, soit environ un vingtième des hématies.

Il faut donc que pendant l'évolution de ces petits *éléments*, incessamment introduits dans le sang, un vingtième des éléments anciens disparaisse. Quelle est la durée de cette évolution et, par suite, en combien de temps les globules rouges sont-ils complètement renouvelés? Il m'est encore impossible de le dire; mais l'étude de certains faits pathologiques et expérimentaux, en particulier celle de la réparation sanguine post-hémorrhagique sur laquelle nous reviendrons prochainement, montre que cette évolution est beaucoup plus rapide qu'on ne l'a cru jusqu'à présent.

On doit à Dietl des expériences intéressantes qui viennent parfaitement confirmer l'hypothèse de la destruction incessante du fer par l'entretien fonctionnel.

En nourrissant des chiens avec des aliments *presque* dépourvus de fer, il a constaté que l'élimination de ce corps en dépassait l'absorption. En vingt-sept jours, un chien dont la nourriture ne contenait que $39^{mm},5$ de fer en élimina $89^{mm},5$, tandis qu'après, en quatre jours, en ayant absorbé 116 milligrammètres il en élimina $114^{mm},5$.

Il serait utile de poursuivre ces recherches et de compléter la description des phénomènes qui résulteraient de la privation plus ou moins absolue de ce principe alimentaire de premier ordre.

On s'est occupé plus volontiers des modifications qui surviennent dans l'organisme sous l'influence des ferrugineux. Malheureusement cette étude a été faite surtout sur des malades, de sorte que nous ne connaissons pas encore nettement les effets physiologiques de cet agent, effets dont nous devons nous occuper avant d'entreprendre l'étude pharmacothérapique (1).

G. Hayem.

(A suivre.)

(1) Nous croyons devoir donner ici un résumé des principaux travaux faits par M. Hayem sur l'évolution des globules rouges du sang. (*Archives de phys. normale et path.*, p. 692; 1878.)

Le sang fœtal, en voie d'évolution, présente des caractères anatomiques particuliers. Le diamètre des hématies est très irrégulier, et d'un jour à l'autre, la proportion des globules de divers diamètres se modifie notablement, ce qui indique déjà un certain rapport entre le volume et l'âge des éléments. Une longue série de recherches physiologiques et pathologiques a montré à M. Hayem que les petits globules apparaissent ou augmentent dans le sang toutes les fois qu'il

LES INDUSTRIES ÉTRANGÈRES

L'exposition de Bruxelles.

L'exposition nationale, ouverte à Bruxelles à l'occasion du cinquantenaire de l'indépendance de la Belgique, vient de se fermer. Le sentiment qu'on éprouvait en la parcourant était l'étonnement en présence de la puissance productive de ce petit pays, où les industries, surtout les industries extractives et mécaniques, ont pris un développement qui permet de les mettre en parallèle avec les industries similaires des plus grandes nations.

C'est que, tant au point de vue des richesses que la nature lui a départies qu'au point de vue des communications internationales, ce petit pays est admirablement situé.

La portion sud-est de la Belgique, formée d'un plateau granitique sur les flancs duquel viennent s'étager des formations postérieures, doit être nécessairement riche en produits minéraux. Les parties élevées fournissent des matériaux de construction, dont certains sont recherchés même à l'étranger. Sur le flanc nord-ouest, en suivant les vallées de la Sambre et de la Meuse, s'étale une bande de terrain carbonifère, d'une largeur de 6 à 12 kilomètres, d'une longueur d'environ 200, dont les extrémités viennent se joindre avec les bassins houillers du nord de la France et de la Prusse Rhénane. Dans de semblables conditions géologiques, les métaux abondent dans les mêmes parages que la houille, et les gisements de fer, de zinc, de plomb, de cuivre, font du Hainaut et de la province de Liège l'un des groupes métallurgiques les plus importants de l'Europe entière.

Autour des sièges d'extraction sont venues se grouper non seulement les usines de production des métaux, mais aussi toutes celles qui les mettent en œuvre : ateliers de constructions mécaniques, fabriques d'armes; puis celles qui nécessitent une consommation considérable de houille : fabriques de produits chimiques, verreries, fabriques de produits céramiques et surtout de produits réfractaires, lesquels trouvent

---

se fait une active régénération de ce liquide. D'autre part, il a noté, dans l'anémie, une accumulation de petits globules, lorsque ces éléments entravés dans leur développement restent pour ainsi dire à l'état d'avortons. Ainsi les petits globules rouges du sang normal et du sang pathologique sont des éléments jeunes, incomplètement développés ou arrêtés dans leur évolution.

Un premier point s'en dégage relativement à l'origine des globules rouges, à savoir que les globules rouges commencent par être des éléments très petits. Mais ces très petits éléments, qu'on peut désigner sous le nom de nains, ne représentent pas encore les formes les plus jeunes des globules rouges. Ce sont déjà de véritables hématies, des formes intermédiaires entre les embryons d'hématies et les éléments adultes.

En poursuivant ces recherches chez l'homme et différents animaux, M. Hayem a pu découvrir la forme la plus jeune, véritablement fœtale des globules rouges. Elle se présente sous l'apparence d'un élément très petit, *hématoblaste,* dont on n'avait pas encore signalé avec précision les vrais caractères anatomiques.

Ces hématoblastes, vus par un grand nombre d'observateurs, n'avaient été étudiés que sous une forme modifiée, soit spontanément, soit par les réactifs, et, par suite, ils avaient été confondus chez les vertébrés vivipares avec de simples granulations, chez les ovipares avec les globules blancs.

Les hématoblastes s'altèrent dès qu'ils sortent des vaisseaux, et c'est probablement grâce à cette vulnérabilité excessive, plus grande encore chez beaucoup d'animaux (lapin, chien) que chez l'homme, que leur véritable nature est restée jusqu'à présent méconnue. Zimmermann cependant, en fixant les éléments du sang à l'aide de solutions salines, a décrit des *vésicules élémentaires* qui donneraient naissance aux globules rouges, mais sous ce nom il a compris surtout les globules rouges modifiés par les réactifs, et son travail n'a soulevé que des critiques et des contradictions.

Pour démontrer la parenté qui existe entre les hématoblastes et les globules rouges adultes, M. Hayem a fait voir que les plus petits hématoblastes sont reliés aux hématies par une série non interrompue d'intermédiaires.

La démonstration de ce point particulier repose sur des observations concernant le sang de l'homme à l'état sain et à l'état pathologique, et sur un certain nombre de faits expérimentaux.

Dans le sang normal, on peut déjà s'assurer que les hématoblastes ont un diamètre de plus en plus grand, puisqu'ils perdent leur vulnérabilité excessive, ne concourent plus à la formation du réticulum fibrineux et deviennent alors de véritables globules rouges, qui pendant un certain temps restent encore fort petits (nains), et dont la forme est un peu moins fixe que celle des hématies adultes. Toutefois les éléments intermédiaires sont peu abondants dans le sang normal, excepté cependant dans certaines conditions physiologiques (la menstruation par exemple). Ce sont les faits pathologiques et expérimentaux qui fournissent le plus d'arguments à l'appui de ces opinions.

En opérant sur la grenouille, on fait apparaître deux variétés d'hématoblastes : 1° les hématoblastes proprement dits, c'est-à-dire ceux qui concourent à la formation du réseau fibrineux; 2° les hématoblastes de la deuxième phase ou intermédiaires, corpuscules qui ont été décrits par Golubew et plus récemment par M. Vulpian.

Ces derniers n'ont plus les propriétés physiologiques des hématoblastes; ils se comportent hors de l'organisme comme des globules rouges adultes et correspondant aux globules nains des vivipares.

Ces recherches ont conduit M. Hayem à mettre en doute, au moins pour ce qui concerne la période extra-utérine de la vie, l'opinion généralement admise touchant le mode de formation des globules rouges par transformation progressive des globules blancs.

Cette opinion ne s'appuie, d'ailleurs, que sur des arguments très faibles. Les arguments que Kölliker a empruntés à l'état du sang chez certains mammifères encore allaités, pour établir la transformation des globules blancs en hématies, sont inexacts. Le chat nouveau-né possède un très grand nombre d'hématoblastes, relativement volumineux, ne ressemblant aucunement aux globules blancs, et son sang ne contient pas plus que celui du nouveau-né humain un seul globule rouge à noyau. Dans l'épiploon des mammifères nouveau-nés (chat, lapin, cobayes), les globules rouges apparaissent spontanément, *in situ,* au sein des cellules embryonnaires complexes, décrites par M. Ranvier sous le nom de vaso-formatives. Ils sont dus au développement d'hématoblastes qui prennent naissance au milieu d'un amas protoplasmique, sans qu'aucun globule blanc vienne participer à ce travail de formation.

— La lymphe déverse constamment dans le sang un grand nombre d'hématoblastes destinés à la rénovation incessante des hématies utilisées pour l'entretien physiologique de l'organisme.

La lymphe ne diffère donc pas essentiellement du sang, c'est du sang blanc, non parce qu'elle est dépourvue de globules rouges, mais bien parce que ceux-ci s'y trouvent sous la forme hématoblastique.

C'est dans la lymphe que naissent les hématoblastes; ils se forment dans le protoplasma des globules blancs, et ceux-ci s'en débarrassent habituellement avant de pénétrer dans le sang, sauf dans certaines conditions pathologiques.

leur emploi dans les usines mêmes des industries principales.

Enclavée entre la France et l'Allemagne, dont elle n'est séparée que par des frontières de convention, rien n'était plus facile que de relier la Belgique par des voies ferrées et fluviales aux pays limitrophes; la nature même de ses industries dominantes, dont les matières premières et les produits représentent un tonnage énorme par rapport à leur valeur, devait susciter un développement rapide des moyens de transport les plus perfectionnés. La Belgique possède aujourd'hui 1500 kilomètres de voies navigables, reliant la région industrielle à Bruxelles, à Anvers et aux canaux du nord de la France, et près de 4000 kilomètres de chemins de fer, sur lesquels le mouvement des voyageurs et des marchandises est plus actif que sur aucun autre réseau du continent européen. Quant au commerce maritime, elle possède l'un des meilleurs ports du continent, abrité dans l'intérieur même du pays, en communication avec la mer du Nord par l'estuaire d'un grand fleuve qui permet l'accès des navires les plus puissants. Il est fréquenté moins par la marine indigène, qui ne compte que 30 000 tonneaux, que par les navires anglais et américains.

Grâce à tous ces instruments de production et de transport, le commerce extérieur de la Belgique atteint aujourd'hui 2 milliards et demi. La France figurant dans ce chiffre pour près d'un milliard, l'exposition présente pour nous un intérêt tout particulier, en nous permettant d'apprécier les ressources d'un pays qui, s'il nous fournit en certaines matières une aide puissante, présente aussi une redoutable concurrence pour plusieurs de nos industries.

I.

De toutes les causes de la prospérité industrielle de la Belgique, la principale est sans contredit l'existence des gisements houillers. C'est en Belgique, dans le bassin de Liège, que ce précieux minéral paraît avoir été pour la première fois utilisé comme combustible, en 1149 suivant les uns, en 1213 suivant les autres. Mais, pendant les siècles qui suivirent, on ne le considéra que comme propre au chauffage domestique, et son seul emploi industriel consistait dans l'alimentation des forges des maréchaux ferrants. Il fallut que la disette de bois, provenant de la dévastation imprévoyante des forêts, vînt menacer la métallurgie d'une crise irréparable, pour que l'on songeât à substituer au charbon de bois un nouveau combustible dans l'alimentation des hauts fourneaux et des divers foyers industriels. C'est encore la province de Liège qui vit les premiers essais dans cette voie, au moins sur le continent, et qui fut le théâtre de la première tentative couronnée de succès. Il ne nous appartient pas de reproduire ici l'histoire de cette importante conquête, elle est exposée tout au long dans une intéressante brochure de M. Clément Lyon, secrétaire de la Chambre de commerce de Charleroi (1). Constatons seulement avec M. L. Simonin (1), que « Jamais les houillères ne seraient arrivées au point de prospérité et de développement qu'elles ont atteint, si elles n'avaient eu pour stimulant la fabrication du fer à l'anglaise, les consommations des ateliers et des machines à vapeur ». La prospérité des houillères est donc liée comme cause et comme effet à la prospérité générale de l'industrie belge, et elle en est en quelque sorte la mesure.

L'exposition peut nous donner une juste idée de l'importance de cette branche des industries extractives; car presque tous les charbonnages belges y ont pris part, et on pouvait constater que toutes les sortes de houilles utiles à l'industrie y étaient représentées : houilles grasses flambantes, houilles propres à la fabrication des cokes, houilles à gaz, houilles demi-grasses pour machines à vapeur et chauffage domestique ; puis les produits résultant de la transformation du combustible : coke pour la métallurgie, agglomérés pour divers usages.

La plupart des charbonnages ne se sont pas contentés d'exposer leurs produits, presque tous ont cherché à donner une idée plus complète des moyens dont ils disposent, en présentant les plans de leurs concessions et des appareils qu'ils emploient.

La question de la ventilation occupe une place importante dans l'exploitation des houillères belges, souvent sujettes au grisou, comme l'ont malheureusement prouvé de trop nombreuses catastrophes; elle paraît avoir été résolue de la façon la plus complète par la Société John Cockerill, dans la concession de 307 hectares que cette puissante compagnie exploite pour les besoins de ses usines métallurgiques. Une galerie spéciale d'aérage, placée à 40 mètres au-dessus de la voie de roulage, est en communication avec un puits où l'air vicié est aspiré par un ventilateur, dont le nombre de tours se règle sur la dépression atmosphérique indiquée par le baromètre. L'air pur pénètre dans la mine par la voie de roulage, arrive au front de taille, où il passe forcément sur les mineurs et le personnel de service, et remonte par la galerie de retour au puits d'aérage. Une disposition originale, due à M. Timmermans, directeur des ateliers de la société de Marcinelle et Couillet, consiste à faire gouverner la machine du ventilateur par un grand baromètre métallique, agissant sur une distribution à soupapes.

Certains charbonnages se sont adonnés d'une façon spéciale à la fabrication des agglomérés, qui trouvent leur débouché dans les chemins de fer et la navigation ; l'installation créée par la *Société anonyme des houillères unies du bassin de Charleroi,* dont les plans figuraient à l'exposition, peut être considérée comme le modèle du genre. D'autres, surtout ceux qui dépendent de compagnies métallurgiques, sont outillés en vue de la fabrication du coke. La Société Cockerill, grâce à un système spécial de préparation, peut fabriquer du coke avec les produits de toutes les couches de ses charbonnages.

L'industrie des charbonnages occupe en Belgique un per-

(1) *La Houille,* par Clément Lyon. Édité chez Gilon, à Verviers.

(1) *Les Merveilles du monde souterrain.*

sonnel de cent mille ouvriers environ. Sa production a varié, depuis 1830 jusqu'en 1879, de 2 millions 570 000 tonnes, d'une valeur de 25 millions de francs, à 15 millions 500 000, d'une valeur de 145 millions. La province de Hainaût entre dans cette dernière production pour 11 millions 450 000 tonnes, la province de Liège pour 3 millions 580 000, et la province de Namur pour 417 000.

Malgré l'importance toujours croissante de son industrie, la Belgique ne peut consommer elle-même tout le charbon qu'elle extrait. Dès 1863, la chambre de commerce de Charleroi indiquait deux lacunes à combler : améliorer les moyens de transport entre les bassins houillers et Anvers, et doter le port de cette ville d'un matériel spécial pour effectuer les chargements. Après bien des démarches faites depuis cette époque, la question est encore loin d'avoir reçu une solution complète.

II.

Après la production de la houille vient celle des minerais. Les établissements métallurgiques ont pris aujourd'hui une telle importance que les minerais indigènes n'entrent que pour une minime partie dans leur consommation ; de plus, le peu de richesse de la plupart de ces minerais, les conditions d'exploitation onéreuses, ont fait baisser notablement leur extraction, qui avait atteint son maximum vers 1867, avec une production de 16 millions de francs, pour retomber aujourd'hui à 5 millions. Aussi cette branche des industries extractives ne comptait-elle qu'un nombre restreint d'exposants.

L'exposition de la Société de Marcinelle et Couillet contenait une collection d'échantillons qui représentent assez bien la moyenne des divers types produits tant par la Belgique que par le grand-duché de Luxembourg, qu'on ne peut en séparer comme région industrielle.

Ils comprennent des oligistes, des limonites, des minettes rouges, jaunes et grises, et du carbonate double de fer et de manganèse.

Les minerais du Luxembourg, et plus spécialement ceux de la Société des hauts fourneaux d'Athus, sont propres à la production des fontes phosphoreuses, lesquelles trouvent dès maintenant un débouché dans la création des aciéries système Thomas Gilchrist.

La métallurgie belge demande à l'importation une notable partie des minerais qu'elle emploie, non seulement au grand-duché de Luxembourg, qui peut les fournir dans des conditions peu onéreuses quant au transport, mais même à des contrées beaucoup plus éloignées. Citons entre autres les minerais d'Algérie et ceux des minières espagnoles de Sommo-Rostro; ces derniers sont employés d'une façon exclusive par la Société Cockerill pour sa fabrication d'acier Bessemer (1).

La production totale de la Belgique en minerais de fer a été, pour 1879, de 1 558 000 tonnes.

Les minerais de cuivre se rencontrent en quelques points de la province de Liège ; la production annuelle est d'environ 1500 tonnes ; le seul siège d'extraction important est à Vigsnas.

Les minerais de plomb, consistant en galène quelque peu argentifère, mélangée avec de la blende (sulfure), donnent lieu à une exploitation des plus importantes à Bleyberg-ès-Montzen, près Verviers.

Quant aux minerais de zinc, ils constituent l'une des principales richesses minérales de la Belgique, qui occupe pour la production de ce métal, avec un chiffre de 35 000 tonnes, le second rang parmi les nations européennes. Les minerais consistent en blende et en calamine (carbonate) ; l'extraction des premiers a toujours été en augmentant dans toutes les années dernières, il a atteint, en 1878, un maximum de 27 000 tonnes ; au contraire l'extraction des calamines a toujours diminué, depuis le chiffre de 72 000 tonnes qu'elle avait atteint en 1856, jusqu'à celui de 19 000 tonnes, qu'elle n'a pas dépassé dans ces dernières années.

III.

Pour compléter l'énumération des richesses minérales de la Belgique, il nous reste à parler des matériaux de construction dont les provinces de Liège et de Hainaut sont encore les principaux lieux de production.

La chaîne des Ardennes présente des gisements de schiste ardoisier qui sont la continuation de ceux exploités en France. C'est principalement dans la province de Luxembourg que se trouvent ces exploitations, à Vieil-Salm, à Warmifontaine, à Bouillon.

Les marbres se rencontrent principalement dans la partie moins élevée de la chaîne des Ardennes, sur la rive gauche de la Meuse, dans les provinces de Namur et de Hainaut. Les échantillons des divers exposants offraient de nombreuses variétés de nuances, depuis les marbres communs dits *Sainte-Anne* jusqu'aux belles brèches rappelant celles des Pyrénées.

Sur le versant opposé des Ardennes occidentales, en descendant vers la rive droite de l'Escaut, nous trouvons les roches qui fournissent les pierres à bâtir : le *petit granit* ou pierre bleue d'Écaussines, pierre dure susceptible de recevoir un beau poli ; le porphyre de Lessines ; la pierre de Soignies, dont deux spécimens gigantesques, de plus de 40 000 kilog. chacun, figuraient à l'exposition (1) ; enfin le porphyre de Luenast, où se trouvent les plus importantes carrières de toute la Belgique.

La production annuelle des carrières belges est d'environ 40 millions de francs ; le personnel occupé, de vingt-six mille ouvriers.

IV.

Le combustible étant de beaucoup plus abondant que les minerais, c'est sur la bande du terrain houiller qui s'étend à travers les provinces de Liège et de Hainaut que se sont

(1) Cette exploitation, dont la Société Cockerill est coactionnaire pour 2/7, est outillée pour une production annuelle de 600 000 tonnes.

(1) C'est cette pierre qui avait servi à construire la façade belge de la rue des Nations, à l'Exposition universelle de 1878.

groupées presque toutes les usines métallurgiques belges. C'est donc autour de Liège et de Charleroi que nous trouvons les hauts fourneaux, les forges et les laminoirs qui en dépendent, ainsi que les industries qui s'y rattachent.

L'exposition de la Société anonyme de la fabrique de fer d'Ougrée offrait une collection de fontes renfermant à peu près tous les types produits et employés en Belgique. En voici la nomenclature et la composition chimique.

	FONTES							
	BLANCHE pour fer fort.	SPIEGEL.	SPIEGEL BESSEMER.	SPÉCIALE TRUITÉE.	BESSEMER.	BESSEMER. 60 pour 100 minerai belge. 40 pour 100 minerai de l'Eifel.	THOMAS GILCHRIST.	MOULAGE FORT.
Carbone	3,324	3,600	3,750	4,000	4,500	3,800	3,600	3,987
Silicium	0,390	0,532	0,800	1,121	1,648	1,957	1,250	1,307
Manganèse	0,200	6,142	4,718	2,988	2,587	2,016	1,000	0,407
Soufre	0,308	traces.	traces.	traces.	traces.	0,024	0,100	0,056
Phosphore	1,500	0,819	0,215	0,093	0,089	0,078	1,395	0,117
Fer	94,278	88,907	90,517	91,798	91,176	92,125	92,655	94,126
	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000
Aspect de la cassure	Blanc mat.	Blanc, avec facettes.	Blanche à l'extérieur. Grise à l'intérieur.	Truité e.	Gris noirâtre à gros grain.	Gris noir à grain fin.	Gris terne.	Gris gros grain.
Emploi	Fers nos 2 et 3. Tôles ordinaires. Tôles de chaudières.	Toutes les variétés de fer fin grain. Tôles fines à emboutir.	Tôles extra pour la fabrication des tubes.	Tôles no 5 extra. Tôles Low-Moor.	Rails, bandages et essieux en acier.	Rails, etc.	Fils d'acier. Longrines et aciers. Aciers profilés.	Cylindres de laminoirs. Pièces de machines à grande résistance.

Les minerais d'où proviennent ces fontes sont des oligistes oolithiques et des limonites de Belgique, des limonites oolithiques de Belgique et du Luxembourg, des hématites brunes d'Allemagne, des hématites rouges d'Espagne, du fer spathique lithoïde d'Allemagne.

La collection de la Société de Marcinelle et Couillet mérite aussi d'être citée, à cause de l'origine indigène des minerais employés; les échantillons dont elle se compose sont les suivants :

1° Fonte Spiegel, renfermant 40 pour 100 de manganèse et 0,45 pour 100 de phosphore, produite avec des minerais provenant exclusivement de la Belgique; c'est, paraît-il, la première fois que cette variété de fonte est obtenue sans intervention de minerais étrangers.

2° Fonte grise manganésifère, renfermant 7,5 pour 100 de manganèse et 0,42 pour 100 de phosphore, obtenue aussi avec des minerais belges.

3° Fontes de moulage, classées en six numéros d'après l'échelle admise dans le commerce.

4° Fonte blanche et fonte truitée d'affinage, renfermant de 0,50 à 0,60 pour 100 de silicium, et de 0,22 à 0,30 pour 100 de soufre; cette qualité convient pour la fabrication des fers spéciaux et des tôles ordinaires.

C'est encore la collection de la Société de Marcinelle et Couillet, à laquelle d'ailleurs la palme appartenait sans contredit à l'exposition en tant qu'usine à fer, tant pour la perfection que pour la variété des produits exposés, qui peut nous donner une idée générale exacte de la production belge. Deux grands trophées, formés de fers spéciaux de tous profils, renfermaient les produits des petits trains et des trains à rails, à poutrelles et à fers marchands des laminoirs de Couillet. Suivant les ingénieurs de cette Société, la perfection de ses produits, leur surface nette et lisse, leur calibre exact, l'intégrité de leurs arêtes, les grandes longueurs que l'on peut obtenir, résultent, pour les petits trains, de la commande par courroie, qui supprime les chocs inévitables avec les engrenages, et pour les trains à fers spéciaux, de l'emploi des laminoirs à trois cylindres, qui permet d'allier une grande production à une fabrication irréprochable. Les produits de ses laminoirs à tôle de Châtelineau ne sont pas moins remarquables, ainsi que l'attestaient les dimensions extraordinaires des échantillons exposés. Les fers sont classés en six numéros, le n° 1 correspond à la qualité anglaise *ordinary*, le n° 6 à la qualité *fine-grained*; les tôles vont du n° 2 (*good*) au n° 6 (*low-moor*). Les minima garantis de résistance à la traction sont : 32 kilogrammes pour le n° 2, 41 pour le n° 6. Certains de ces fers ont donné jusqu'à 50 kilogrammes de résistance, avec des allongements de 18 à 20 pour 100.

La Société Cockerill n'est pas moins puissamment outillée que la précédente; toutefois l'importance de la fabrication du fer dans cette usine va en diminuant, à mesure que la fabrication de l'acier Bessemer y prend plus d'importance.

Nous ne saurions énumérer ici toutes les autres usines, au

nombre de plus de quarante, dont les produits figuraient à l'exposition ; les tôles, les fers de construction, les essieux et bandages pour véhicules de chemins de fer, en sont les principaux produits.

Quant à la fabrication de l'acier, elle n'était représentée que par deux exposants : la Société Cockerill et les aciéries d'Angleur. Cette dernière comprend huit convertisseurs de 7 tonnes ; elle produit annuellement 70 000 tonnes d'acier de toute nature, principalement de rails, et pourrait au besoin en produire 100 000 tonnes.

L'une des particularités intéressantes de la fabrication de l'acier aux usines Cockerill est son emploi pour la confection des pièces spéciales aux constructions navales. Lorsque les essais faits en France eurent donné l'essor à l'usage de l'acier doux dans les constructions maritimes, la Société Cockerill fit faire sur ses aciers, concurremment avec les aciers de provenance anglaise, une série d'essais par les ingénieurs du « Lloyd » anglais.

Les conséquences qui se déduisent de ces essais définissent les conditions de l'emploi de l'acier dans les constructions ; en s'engageant à les observer, et spécialement à recuire les tôles avant et après le travail qu'elles ont à subir, la Société Cockerill a obtenu l'autorisation d'employer l'acier dans les constructions navales, avec une réduction de 33 pour 100 sur les échantillons exigés par le Lloyd pour les navires en fer.

Tandis que les aciéries Cockerill, employant exclusivement des minerais espagnols d'une grande pureté, ne se servent que du procédé Bessemer, les aciéries d'Angleur, sur les quatre convertisseurs qui fonctionnent actuellement dans leurs ateliers, en ont deux disposés pour le procédé Thomas, avec lesquels elles travaillent des fontes de minettes d'Athus. Un matériel nouveau qu'elles installent en ce moment est destiné à la production du Bessemer ordinaire.

La substitution de l'acier au fer, qui tend à se généraliser, provoque déjà la transformation de quelques-unes des usines à fer, d'existence ancienne. La fabrique de fer d'Ougrée, la Société des hauts fourneaux d'Athus, celle des forges d'Acoz ont pris le parti de monter des convertisseurs. Ougrée, qui produit des fontes Bessemer excellentes, ainsi que nous l'avons constaté plus haut, n'emploiera sans doute pas, au moins actuellement, le procédé Thomas ; il n'en est pas de même des hauts fourneaux d'Athus, qui travaillent des minerais phosphoreux. Nous n'avons pas à insister sur les conséquences de la création de ces nouvelles aciéries, tant au point de vue de la variation qu'elle fera subir au rapport des prix du fer et de l'acier dans la consommation intérieure de la Belgique, qu'au point de vue des efforts qui seront faits pour leur créer des débouchés nouveaux par l'exportation.

La production sidérurgique de la Belgique s'est élevée, pour la période décennale comprise entre 1870 et 1879 inclusivement, à 5 millions 445 000 tonnes de fonte et 4 millions 546 000 tonnes de fer et acier, avec des variations assez notables d'une année à l'autre et une décroissance marquée dans la production de la fonte. Notons aussi la diminution énorme de la valeur des produits (du double au simple), laquelle a suivi jusqu'au commencement de l'année courante une marche continue.

V.

L'élaboration des métaux autres que le fer ne compte en Belgique qu'un petit nombre d'usines. Le zinc est le seul de ces métaux qui donne lieu à de grandes exploitations métallurgiques. La principale est celle de la Vieille-Montagne, à Angleur, près Liège, dont nous avons déjà parlé plus haut à propos de l'exploitation des minerais. Cette Société possède d'autres établissements pour la fonderie et le laminage dans toutes les contrées où elle a des sièges d'extraction, en France, en Allemagne, en Suède, etc. Aussi plus du quart du zinc qui se consomme en Europe sort-il de ses ateliers, sous forme de zinc laminé pour toitures, pour doublages de navires, de fontes d'art (1), etc. L'usine d'Angleur, qui peut être considérée comme le modèle du genre, comprend les fours pour le traitement des minerais, les fours à réverbère pour refondre les saumons obtenus dans la première opération, les laminoirs pour zincs unis et pour zincs cannelés, des ateliers pour zinguerie, où l'on fabrique les pièces diverses pour couvertures métalliques, enfin une très belle installation pour la fabrication des produits réfractaires.

Rappelons que cette Société remarquable, tant au point de vue de sa bonne gestion industrielle que des institutions de toute sorte qu'elle a créées en faveur de ses 7000 ouvriers et employés, est administrée en grande partie par des Français, et que notamment le directeur général qui est à sa tête depuis 1846, M. de Saint-Paul de Sinçay, est un de nos compatriotes.

Les autres sociétés s'occupant de la fabrication du zinc sont au nombre de trois ; la production totale de la Belgique est de 83 000 tonnes, chiffre dans lequel la Vieille-Montagne entre pour 45 000 environ.

VI.

Grâce à l'abondance des matériaux et aux nombreux débouchés qu'elle trouve dans les industries extractives et locomotrices, la construction des machines a pris en Belgique un développement considérable. Importée à l'origine par quelques maisons étrangères, aujourd'hui disparues, cette industrie a pris en cinquante ans un développement tel, qu'aujourd'hui non seulement l'importation des machines en Belgique est à peu près nulle, mais qu'elle envoie des machines fixes et du matériel de chemins de fer dans tous les pays de l'Europe et même en Angleterre, ce pays classique de la mécanique. C'est en Belgique, dans les ateliers fondés en 1817 par les frères James et John Cockerill, qu'ont été faites, dans l'ordre chronologique, les premières machines pour la filature de la

(1) L'emploi du zinc pour les fontes d'art a pris de l'importance surtout depuis que la galvanoplastie a permis de donner l'aspect du bronze aux reliefs ainsi obtenus, et que l'emploi des moules mécaniques a donné le moyen de reproduire les détails les plus délicats avec une perfection presque absolue.

laine et du lin, la première machine à vapeur fixe, le premier haut fourneau au coke, le premier four à puddler, la première locomotive et le premier rail que le continent ait produits. Possédant de vastes houillères, réunissant tout l'outillage de la métallurgie et de la construction, cette puissante Société, depuis sa création jusqu'à ce jour, n'a cessé, par l'accroissement continuel de ses établissements et par la variété de ses produits, de se tenir au nombre des usines de premier ordre dans la grande industrie européenne. La machine d'exhaure de 1000 chevaux, destinée aux mines du Mansfeld, et qui fonctionnait à l'exposition ; ses machines de bateaux, l'une à hélice, avec chaudières chauffées au résidu de pétrole, pour la navigation de la mer Noire ; l'autre à roues, pour le fleuve Amour ; les navires en acier, les embarcations qui ont servi à M. Stanley pour l'exploration du haut Congo, ainsi que la porte flottante en tôle pour le canal du Danube, à Vienne, et le dock flottant pour l'arsenal de Cronstadt, produits du chantier naval que la Société possède à Hoboken-lès-Anvers ; les locomotives construites, pour les chemins de fer de l'État belge et la Compagnie de Nord, ne donnent encore qu'une idée incomplète de la puissance productrice de ses ateliers, qui ont aujourd'hui livré près de 50 000 commandes dans tous les genres de construction imaginables, qui ont contribué pour une large part à outiller les chemins de fer, les compagnies de navigation, les mines, les forges et les aciéries du monde entier, et dont le concours se retrouve dans les grandes entreprises contemporaines, comme le percement du mont Cenis.

Une autre Société, plus jeune et moins puissamment outillée, marche sur ses traces, et son exposition n'était pas moins remarquable au point de vue de la construction mécanique qu'à celui de la métallurgie : nous voulons parler de la Société de Marcinelle et Couillet, qui a fourni le matériel fixe de bon nombre de houillères belges, et dont les locomotives, la belle machine d'extraction qu'elle exposait, pouvaient lutter avec les produits des ateliers Cockerill quant à la bonne disposition et au fini du travail.

Bien d'autres noms mériteraient d'être cités si nous ne craignions d'être entraîné à trop de développements : constatons, avec la commission du deuxième groupe, que « l'esprit de recherche et l'absence de prétention individuelle » ont agi simultanément pour amener les constructeurs belges tant à créer des types nouveaux qu'à adopter ceux que l'expérience avait consacrés. Les progrès de la construction mécanique en Belgique, ceux des machines en particulier, sont pour une large part l'œuvre des ingénieurs sortis de l'école de Liège ; il est rare de voir l'enseignement technique doté d'un matériel d'expérience comme celui qui était représenté à l'exposition par la machine à vapeur construite pour cette école par la maison Beer, de Jemeppe-Liège.

La construction des locomotives a subi l'heureuse influence des ingénieurs des chemins de fer de l'État, particulièrement de M. l'ingénieur en chef Belpaire, dont tout le monde connaît le foyer disposé pour la combustion des menus maigres ; les types d'essai, créés par cette administration publique, sont construits à l'arsenal de Malines ; mais la construction de tout le matériel du service courant a toujours été confiée à l'industrie privée. La construction des machines-outils n'a pas moins profité des efforts des mêmes ingénieurs, et c'est à eux en grande partie que la Belgique est redevable de ne plus être tributaire de l'Angleterre pour cette branche de la construction mécanique.

Enfin Verviers, centre de l'industrie lainière, renferme quelques ateliers de construction de machines pour filature et tissage, surtout pour filature cardée ; deux peigneuses à laine figuraient à l'exposition, mais il n'y avait ni métiers à filer, ni machines de préparation ; les ateliers de filature peignée de Verviers, de Dinant et des environs de Bruxelles, tirent leur matériel de l'Alsace.

Les machines qui devaient fonctionner sous les yeux des visiteurs avaient été réunies dans un pavillon spécial, à l'extrémité de la galerie ; le nombre des exposants de chaque classe étant naturellement moins élevé que dans une exposition universelle, il était beaucoup plus difficile de mettre de l'ordre au milieu d'appareils dissemblables réunis dans un espace restreint. Nous plaisons à rendre hommage à l'habileté avec laquelle cette difficulté avait été surmontée par M. Schaar, ingénieur attaché au commissariat de l'exposition.

VII.

Une industrie annexe de l'industrie du fer, celle de la fabrication des armes à feu, introduite en Belgique dès le XIVe siècle, a pris, surtout depuis trente ans, une *importance* qui en fait l'une des richesses du pays. La ville de Liège est le centre de cette fabrication (1) ; l'habileté de ses ouvriers, qui, au nombre de plus de trente mille, ont poussé la division du travail jusqu'à ses dernières limites, a permis d'abaisser les prix dans une proportion qui ne peut être atteinte nulle part. Toutefois, si l'armurerie liégeoise est sans rivale pour l'arme ordinaire et l'arme de luxe, elle a perdu la spécialité de l'arme de guerre depuis l'introduction dans les armées européennes des fusils se chargeant par la culasse. La substitution de l'acier au fer, qui supprime le forgeage du canon et en réduit la fabrication à une suite d'opérations de perçage, alésage et tournage, l'usage de machines pour la fabrication des mécanismes et des bois de fusil, diminue beaucoup l'importance de l'emploi d'ouvriers spéciaux. Cependant, lorsque les États de l'Europe créèrent leurs grandes manufactures d'armes, des ouvriers liégeois furent appelés pour organiser le travail d'armurerie proprement dit, de donner le dernier fini à l'arme.

L'une des causes de la grande habileté acquise par les ouvriers liégeois est le système d'épreuves adopté pour assurer une sécurité complète.

Il n'existe pas à Liège, comme en Amérique, de grandes fabriques d'armes où tout le travail, depuis la fabrication des garnitures jusqu'au finissage du bois, se fait mécaniquement ; l'ouvrier de Liège et des villages environ-

(1) Le village d'Herstal, près Liège, renferme de nombreuses fonderies de fontes malléables, travaillant spécialement pour l'armurerie.

nants travaille généralement chez lui, et les traditions du métier se transmettent de père en fils dans les familles. Cependant la transformation des armes de guerre a amené, depuis 1866, la création de plusieurs établissements mécaniques spécialement en vue de cette fabrication.

La quantité totale d'armes fabriquées annuellement à Liège s'élève environ à 800 000 pièces; elles s'exportent dans presque tous les pays du globe et donnent lieu à un mouvement d'affaires de près de 15 millions de francs.

Une autre industrie, celle de la coutellerie, constituait autrefois pour Namur une spécialité assez importante; l'introduction des machines-outils et de la division du travail lui a fait perdre le rang qu'elle occupait sur les marchés de l'Europe, et la concurrence de l'Angleterre, de la France et de l'Allemagne a eu pour effet d'annuler le commerce d'exportation. Toutefois cette industrie tend à se reconstituer, avec l'emploi des moyens mécaniques, dans une localité voisine, à Gembloux, et peut-être, grâce à cette transformation, pourra-t-elle reconquérir la place qu'elle a perdue.

VIII.

Parmi les industries qui donnent lieu à un chiffre d'exportations considérable, se place la verrerie de verres à vitres et de bouteilles : la proximité des gisements houillers a puissamment contribué à son développement depuis le commencement du siècle, époque à laquelle le combustible minéral s'est substitué au charbon de bois dans le chauffage des fours de verrerie, au moment où le même progrès s'accomplissait dans la métallurgie; toutefois l'existence de cette industrie dans les Flandres remonte à une époque des plus reculées, et c'est au xive siècle qu'il faut rapporter, suivant MM. Clément Lyon et André Warzée, son introduction en Belgique et dans le nord de la France par la famille vénitienne des Colnet. Dès cette époque, la réputation de la gobeletterie de Flandre est attestée par de nombreux documents. L'arrondissement de Charleroi, qui vit la création de la plus ancienne verrerie belge dont l'existence soit constatée par des documents authentiques, est resté le centre de cette industrie.

La fabrication du verre à vitres est aujourd'hui la branche la plus importante de cette industrie, elle compte 213 fours, occupant un personnel de 8500 ouvriers, et produit annuellement 20 millions de mètres carrés de verre, d'une valeur de 40 millions de francs. Sur ce chiffre, la valeur exportée est d'environ 25 millions, principalement en Angleterre et aux États-Unis; l'importation en France est à peu près nulle.

La production totale de la verrerie en Belgique est de près de cent millions de francs, presque égale à celle de la France, et représentant le cinquième de la production de l'Europe, le sixième de celle du globe. Le nombre des usines est de 76 occupant un personnel de 12 000 ouvriers. Ainsi que le fait remarquer M. Andris Jochams, secrétaire du comité, les matières premières de cette industrie se rencontrent à peu près partout, et sa prospérité dépend surtout de l'aptitude des ouvriers formés à ce genre de travail de génération en génération; c'est pourquoi elle est localisée et s'étend difficilement au loin.

L'industrie céramique est dans une situation différente; si les argiles propres à la fabrication des poteries communes se rencontrent presque dans toutes les contrées, il n'en est pas de même des matériaux nécessaires à la confection de la porcelaine et à celle des faïences fines; la Belgique est complètement dépourvue des premiers, et si les argiles plastiques ne lui font pas défaut, celles qu'elle possède, éminemment propres à la fabrication des produits réfractaires, sont presque exclusivement réservées pour cette spécialité dans laquelle la Belgique occupe le premier rang. Deux groupes principaux d'exploitation de terres réfractaires approvisionnent les usines, au nombre de plus de trente, sans compter celles qui sont annexées aux verreries et aux usines à zinc. Le groupe le plus important et celui qui fournit les matériaux les plus purs s'étend sur la rive droite de la Meuse, entre Andenne et Namur; l'autre appartient au Hainaut, et comprend les gîtes de Baudour, Morialmé, Walcourt, etc.

IX.

D'autres industries, et dans des voies très diverses, contribuent pour une grande part au mouvement général des affaires; elles n'appartiennent plus, d'une façon exclusive, à la région où se trouvent groupées celles que nous avons passées en revue jusqu'ici.

Dans l'industrie des produits chimiques, la soude, dont la fabrication par le procédé Leblanc avait presque entièrement disparu de la Belgique, tient aujourd'hui un rang important, grâce à l'invention du procédé Solvay; l'usine de Couillet, où ce procédé a pris naissance, en produit annuellement 7 millions 500 000 kilogrammes. La production de l'acide sulfurique se monte à 40 millions de kilogrammes d'acide à 60°, à répartir entre quatorze usines qui presque toutes emploient comme matière première les pyrites de Norvège; une seule opère encore par combustion directe du soufre. La colle forte, le bleu d'outre mer, les huiles de résine sont les autres produits figurant dans l'exportation. Au contraire, la Belgique demande à l'étranger du sulfate de soude pour les verreries, du sel marin, des couleurs d'aniline, etc.

La fabrication des cuirs de tout genre a pris un grand développement; le nombre d'ouvriers qu'elle emploie est de trente-cinq mille. Les peaux proviennent principalement de la Plata, qui en expédie en Belgique plus que dans aucun autre pays de l'Europe; les écorces proviennent de France, d'Algérie et d'Italie. Les cuirs belges s'exportent dans le monde entier, et leur importation en France dépasse de moitié l'exportation de France en Belgique.

La papeterie produit annuellement de 32 à 35 millions de kilogrammes de papier, dont 18 millions sont exportés; les qualités de luxe sont les seules dont elle n'aborde pas la fabrication. Les pâtes de bois et de paille employées sont pour la plupart des produits de l'industrie indigène.

La ville de Gand est le centre de la filature et du tissage du coton et du lin. C'est à un Gantois, Liévin Bauwens, ami

et collaborateur de Richard Lenoir, qu'est due l'introduction sur le continent du premier métier mécanique à filer le coton, qu'il parvint, à force de subterfuges, à rapporter pièce par pièce d'Angleterre, malgré le soin jaloux avec lequel cette nation cherchait à garder le secret du procédé. La séparation de la Belgique et de la Hollande, en fermant pour le premier pays les débouchés qu'il trouvait dans les colonies hollandaises, faillit arrêter l'essor que l'introduction des machines avait donné à l'industrie du coton, et, quoique des relations commerciales se soient établies depuis lors avec les diverses nations européennes et les États de l'Amérique du Sud, c'est surtout dans la consommation intérieure que les six cent mille broches de filature, existant aujourd'hui en Belgique, trouvent l'écoulement de leurs produits. Quant au tissage, qui comprend des genres très divers, tant en coton pur qu'en tissus mélangés de laine cardée, c'est l'Angleterre qui vient enlever une forte partie de ses produits pour les écouler en son nom, après en avoir dénaturé l'origine. Pour les toiles et coutils de lin, leur production est considérable et alimente des usines très importantes, telles que celles de la Société « la Lys », l'une des plus grandes filatures du monde.

C'est principalement à Verviers que se sont concentrées les usines destinées au travail de la laine, principalement de la laine cardée. La chambre de commerce de cette ville évalue à 22 500 000 kilogrammes la quantité de laine *lavée* manipulée pendant l'année 1878; sur ce chiffre, la plus grande partie est réexportée, soit à l'état de laine lavée (12 millions), soit à l'état de filés (8 millions). Les opérations du lavage, de l'échardonnage des laines et de l'épaillage chimique des blousses et des déchets, constituent pour Verviers une spécialité importante, et cette circonstance n'a pas peu contribué à faire du port d'Anvers le principal entrepôt pour l'Europe des laines gratteroneuses de la Plata. La filature de laine cardée y a pris aussi un développement considérable et fait beaucoup d'affaires avec la France, particulièrement avec les fabriques de Reims et de Sedan, auxquelles, grâce à un outillage plus perfectionné, elle livre des fils mieux faits et à meilleur marché que les filatures du département des Ardennes. Le peignage et la filature peignée s'implantent depuis quelques années tant à Verviers qu'à Dinant, et ces deux villes deviennent aujourd'hui, la première pour la draperie légère, la seconde pour les mérinos, des concurrentes sérieuses pour l'industrie française, pour celle de Reims en particulier. Cette concurrence se fait sentir non seulement sur le marché belge, mais déjà même sur les marchés étrangers.

X.

Comme conséquence du développement de l'industrie, les travaux publics ont reçu une vigoureuse impulsion par la création des innombrables voies de transport terrestres et fluviales dont le pays est sillonné. Parmi les travaux en cours d'exécution et dont les procédés figuraient à l'exposition, les travaux du port d'Anvers constituent l'une des entreprises les plus intéressantes de notre époque. L'exécution de la partie la plus importante a été confiée à nos compatriotes bien connus, MM. Couvreux et Hersent. La nécessité de ces travaux s'imposait par le développement énorme qu'a pris le trafic d'importation, qui, de 250 000 tonnes en 1850, atteignait 3 millions de tonnes dans ces dernières années. Les travaux actuellement entrepris se divisent en deux parties : la première comprend l'approfondissement et la rectification du fleuve, la construction de quais sur une étendue de 3500 mètres et d'un bassin de battelage de 4 hectares de superficie. La seconde, exécutée par la ville d'Anvers, consiste dans le prolongement du bassin, dit du Kattendyck, dont la longueur sera portée à 950 mètres, et dans la construction de trois nouvelles cales sèches. Malgré ces accroissements, le service du port ne pourra répondre aux besoins toujours croissants, que grâce à la puissance des engins de manœuvre hydrauliques (1), déjà installés aux anciens bassins et qui seront appliqués à tous les agrandissements actuels.

La construction des murs de quai, sous une profondeur d'eau de 8 mètres à marée basse, ne peut se faire que grâce à l'emploi de l'air comprimé; ce procédé a reçu des habiles entrepreneurs que nous avons nommés plus haut des perfectionnements qu'il serait trop long de détailler ici, et qui ont notablement diminué les difficultés et les dépenses qui en résultaient. L'un des faits les plus remarquables est le percement d'un tunnel au moyen de l'air comprimé, pour relier la machine d'épuisement déjà existante aux nouvelles cales sèches.

XI.

En présence d'une organisation industrielle aussi puissante, la sollicitude des pouvoirs publics doit être constamment dirigée vers un même but : assurer à la production nationale des débouchés suffisants pour entretenir l'alimentation de son outillage et lui permettre de développer celles de ses branches dont l'extension est favorisée par les circonstances locales. Sans parler des explorations dans les pays peu connus, auxquelles la Belgique a pris sa part dans les dernières années, l'exposition contenait un remarquable exemple des moyens que la Belgique emploie pour connaître les marchés même les plus lointains. Nous voulons parler, et ce sera notre conclusion, de l'exposition du ministère du commerce.

Les nombreux consuls, sortis pour la plupart de l'École commerciale d'Anvers, et que la Belgique entretient sur tous les points du globe, adressent au ministère des collections de tous les produits naturels et fabriqués des contrées qu'ils habitent et des produits importés dans ces mêmes pays, avec l'indication de la provenance, des prix de revient, des prix de vente, des intermédiaires par les mains desquels ils sont passés. Le musée constitué avec ces collections, dont le catalogue est publié par les soins du ministère, constitue pour les industriels et les négociants belges un véritable guide, qui leur indique les voies dans lesquelles ils doivent chercher l'accroissement de leurs affaires.

(1) Ces appareils de manœuvre ont été construits par la Société Cockerill.

Sans avoir la témérité de nous prononcer dans une question aussi complexe que celle du libre échange et de la protection, il nous semble qu'un tel système de renseignements constitue pour l'industrie un appui au moins aussi efficace que la protection par les tarifs douaniers. Aussi nous permettons-nous d'émettre ici le vœu de voir la France entrer dans la même voie, et, par une réforme bien entendue de notre système consulaire, fournir à l'industrie nationale une arme puissante pour lutter pacifiquement contre nos rivaux sur tous les marchés du monde.

H. Portevin.

PSYCHOLOGIE

La vision mentale.

Les curieuses recherches que M. Galton poursuit depuis quelques années sur les variétés naturelles des dispositions mentales et sur leur transmission héréditaire ont attiré l'attention du public. Le savant membre de la Société royale de Londres a essayé d'élucider un ordre de questions fort obscures, en portant ses investigations sur les procédés intellectuels de l'esprit. Dans un écrit intitulé : *Faits psychométriques,* il avait analysé le travail latent de la pensée à moitié éclose et cette foule d'images indistinctes, qui traversent le cerveau humain, ébauchant sur leur passage des associations d'idées qui exercent une influence occulte sur la vie consciente. Sa tentative récente d'introduire la statistique dans le domaine de la psychologie mérite qu'on s'y arrête un instant. Dans deux articles parus, l'un dans la revue *Mind* du 1er juillet 1880, et l'autre dans la *Fortnightly* du 1er septembre, M. Galton cherche à déterminer les proportions dans lesquelles la faculté de percevoir les images mentales se trouve répartie dans la race anglaise. Ses remarques sur les particularités de la mémoire visuelle sont d'autant plus intéressantes qu'elles n'ont pas épuisé le sujet et qu'elles laissent ouvert un vaste champ aux observations que chacun pourrait faire sur sa propre vision rétrospective et sur celle des personnes de son entourage.

La première partie des expériences consignées dans *Mind* porte sur la mémoire visuelle et sur le plus ou moins de netteté que présentent les scènes de la vie familière quand on veut les revoir en esprit. M. Galton commença par dresser une liste de questions qu'il envoya aux savants de ses amis, comme étant les mieux préparés à l'analyse rigoureuse de phénomènes mentals. Il les engageait à fixer leur pensée sur un objet défini, par exemple à se rappeler la table dressée pour leur déjeuner, et à considérer attentivement l'image qui surgit devant leur esprit. L'éclairage est-il le même que dans la réalité, ou est-il plus voilé ? Le contour des objets est-il bien déterminé ? l'espace que ceux-ci occupent dans le champ visuel est-il plus contracté que dans la nature ? La couleur de différents objets placés sur la table correspond-elle à la couleur réelle? Tels furent en substance les points sur lesquels M. Galton désirait être fixé. Le premier résultat de son enquête le plongea dans un étonnement profond. Les hommes éminents auxquels il s'était adressé lui répondirent qu'ils ignoraient l'existence des images mentales et que l'expression « voir en esprit » n'était qu'une métaphore poétique. Ils allaient même plus loin et niaient la possibilité d'une mémoire spéciale de la vue. Les personnes du monde firent un accueil tout différent à la théorie de M. Galton. Les femmes surtout révélaient une aptitude singulière à se représenter les objets avec l'éclat et l'apparence de la réalité. Les informations qu'il reçut de différentes écoles publiques lui permirent de généraliser ses remarques et d'étendre cette faculté à un nombre considérable d'enfants.

Sur cent personnes, dont la moitié appartient aux sciences ou aux lettres, douze possédaient à un haut degré une vision mentale nette et claire, équivalente à la vision réelle. Par des gradations successives, on arrive aux numéros 46 — 54, où la faculté se maintient médiocre, pour diminuer peu à peu et arriver à une incapacité absolue de former des images visuelles.

La méthode adoptée par M. Galton lui a permis de classer, sous une forme succincte, les variétés innombrables qu'il a rencontrées dans la faculté, de revoir en esprit les scènes passées. La vue réelle diffère de la mémoire de la vue par le point de départ de l'excitation nerveuse. Dans la vision réelle, l'ébranlement du nerf optique a lieu à son extrémité périphérique, en arrière de la rétine, d'où il se propage au cerveau. Dans la vision mentale, c'est le contraire qui a lieu ; l'excitation part du centre pour aboutir à l'extérieur. L'activité du centre nerveux est plus grande dans la vision mentale, tandis que c'est l'extrémité du nerf qui joue un rôle dominant dans la vue actuelle. La différence dans la vivacité de la représentation mentale tient, en grande partie, aux différents degrés d'excitation et d'interférence que rencontre le nerf optique dans son trajet.

Les images mentales que M. Galton étudie sont habituellement suggérées par des associations d'idées. Il exclut de ses recherches les hallucinations, qui n'ont aucun lien avec les pensées conscientes. Son intention est d'indiquer les formes particulières sous lesquelles la mémoire visuelle se produit, ainsi que l'utilité qu'il y aurait à cultiver cette faculté. Ses observations sur la répartition de cette mémoire dans la race anglaise sont très curieuses. La moyenne de ce don est assez vive, mais incomplète. Les femmes et les enfants possèdent cette faculté à un plus haut degré que les hommes. On a tout lieu de supposer qu'elle est très grande chez quelques jeunes enfants, qui ont de la peine à établir une distinction entre le monde subjectif et le monde objectif. L'étude amortit cette faculté; elle s'affaiblit aussi avec l'âge et l'habitude de pensées abstraites. La vision mentale est un don naturel et, comme tel, elle a une tendance à se transmettre par hérédité. De même qu'il y a des familles plus ou moins bien douées sous ce rapport, les races offrent des différences très marquées dans le pouvoir de se représenter les objets absents. Les Français se distinguent par une aptitude mer-

veilleuse à prévoir les effets décoratifs, à se rendre compte à l'avance des combinaisons de stratégie et de tactique. Mais c'est principalement parmi les races dont les facultés naturelles n'ont pas été modifiées par l'éducation, que l'on peut déterminer avec plus de sûreté l'existence de la mémoire visuelle. A juger par la fermeté du trait et la netteté de l'ensemble qui distinguent les figures d'animaux que certaines peuplades sauvages ont l'habitude de tracer sur les parois des rochers ou sur des fragments d'os, ces artistes primitifs ne semblent pas connaître la méthode laborieuse enseignée dans nos écoles.

Dans l'Afrique du Sud, les Bushmen ont l'habitude de peindre à l'ocre des figures d'hommes et d'animaux avec une précision de contour et une sûreté de main remarquables. La méthode dont ils se servent a été décrite par le docteur Mann, qui avait pu l'observer chez un jeune Bushman fait prisonnier par les colons anglais. Celui-ci commençait invariablement par jeter sur le papier ou sur l'ardoise un grand nombre de points isolés, qui, pour des yeux non initiés, ne semblaient avoir aucun rapport de symétrie entre eux. Quand il avait placé ses points de repère, il traçait entre eux des lignes, et bientôt, de ce chaos apparent, se dégageait la figure de l'animal qu'il voulait exprimer. Jamais il n'avait à corriger un trait ni à effacer un contour. Ce procédé ne saurait, ce semble, être mis en usage, qu'autant qu'on garde dans l'esprit l'image exacte de ce qu'on veut rendre.

Pour en revenir à la vision mentale de la race anglaise, l'auteur cite quelques particularités curieuses, que l'on pourrait rencontrer, si l'on en prenait la peine, dans les autres nations. Quelques personnes ne peuvent dégager les lettres de l'alphabet d'une association bizarre de formes et de couleurs, contractée pendant une période oubliée de l'enfance. Ces habitudes d'esprit sont assez fréquentes (1 sur 15 chez les femmes et 1 sur 30 chez les hommes), mais ne se communiquent point par l'exemple ni par l'imitation, car les personnes qui en sont affectées se gardent d'y faire allusion, de peur d'exciter la moquerie.

N'oublions pas de mentionner ceux qui associent invariablement, dans leur esprit, les nombres et les dates avec certaines formes ou certaines couleurs, qui n'ont aucun rapport avec eux. Ces singulières conceptions remontent loin et sont les vestiges d'un travail mnémonique, qui s'était fait spontanément dans l'esprit enfantile. On peut voir, par ces survivants des premiers processus mentals, ce qu'il y a de primitivement individuel dans la constitution mentale de l'enfant. Avec l'âge, ces symboles informes seront mis de côté comme encombrants; il en restera quelque chose cependant, qui pourra être utilisé dans le calcul mental et qui se fixera dans la mémoire d'une façon indélébile. Parmi les hommes, 1 sur 30; parmi les femmes, 1 sur 15, et parmi les élèves d'une école publique de Londres, 1 sur 4 avaient la disposition de voir les nombres sous certains aspects déterminés.

De pareilles recherches, poursuivies avec sagacité, nous permettraient de jeter un coup d'œil sur les recoins obscurs de l'intelligence. M. Galton est d'avis que les différences qu'on rencontrerait dans la qualité, la variété, l'appropriation des idées associées sont plus grandes qu'on ne le croit généralement.

La persistance des formes que la perception des lettres et des nombres éveille dans l'esprit de quelques personnes témoigne du manque de flexibilité qui caractérise ordinairement la faculté d'évoquer des images visuelles. Beaucoup de personnes ne peuvent déplacer un objet dans leur champ mental; elles ont la plus grande peine à se représenter les traits de personnes qui leur sont chères, tandis que leur mémoire reproduit facilement la figure de gens indifférents. Il y en a cependant qui exercent un pouvoir sans égal sur leurs images mentales. Elles peuvent rappeler la vue d'un ami, le faire mouvoir, agir à volonté; elles peuvent construire des figures géométriques, les modifier à leur gré. Cette liberté dans la représentation mentale des objets est très importante dans les processus supérieurs de la pensée.

Quelques personnes ont la faculté d'étreindre en une seule perception mentale plus qu'elles ne peuvent embrasser en un seul coup d'œil. Elles peuvent se représenter simultanément toutes les chambres d'une maison ou voir un objet sous tous ses aspects à la fois.

La place où les images apparaissent diffère beaucoup. La plupart les voient d'une façon indéterminée, quelques-uns devant les yeux, en arrière de la rétine ou à la distance correspondant à la réalité. C'est le plus petit nombre.

L'art de raffermir la mémoire visuelle, comme tout autre forme de mémoire, est de multiplier les associations; les mémoires les plus normales étant celles où toutes les associations sont logiques et auxquelles tous les sens concourent dans une juste proportion. Il est étonnant combien la vivacité d'un souvenir augmente, quand deux ou trois courants d'associations sont excités simultanément. C'est une erreur de croire que nous pouvons, à l'aide de la volonté, ressusciter une image éteinte. L'action de la volonté se borne à la suppression de ce qui peut entraver l'image de se produire dans le champ mental. La volonté ne peut créer l'image, elle ne peut qu'empêcher les pensées de se mettre en travers de sa formation.

La vivacité avec laquelle une idée se présente à nous dépend souvent de la rencontre de plusieurs associations intellectuelles, du peu d'intensité de chacune, mais qui, en se réunissant, deviennent importantes par l'influence qu'elles exercent sur l'idée principale.

La façon vague avec laquelle les généralisations s'offrent à notre esprit, leur peu de relief devient sensible, quand nous observons le degré de netteté qu'elles acquièrent, lorsqu'un adjectif vient limiter la conception trop étendue d'un substantif. Ainsi, il est très difficile de se former une idée correspondant au mot « après-midi »; mais si l'on y ajoute le mot « pluvieux », la conception mentale sera un peu plus définie; si l'on précise encore le sens de la phrase en disant une après-midi pluvieuse à la campagne, l'esprit se peuple d'images assorties. Plus on s'élève à des considérations abstraites, moins on a affaire à des images mentales.

Quand on analyse le travail de l'esprit, on est étonné de voir combien peu on réalise la signification de mots que l'on

entend, qu'on lit, qu'on écrit ou que l'on prononce. Si le travail cérébral était limité à la partie consciente, nos facultés intellectuelles seraient fort médiocres. M. Galton est peut-être un peu dur pour la partie consciente de son cerveau, quand il nous dit que, plus il l'observe, moins il la trouve importante. Son utilité, comme surveillant, lui paraît douteuse, et il n'est pas éloigné de croire que le meilleur de son travail cérébral est complètement indépendant de la partie consciente. Le rôle de la conscience lui semble borné à celui d'un spectateur passif, celui de la cérébration inconsciente à un travail obscur, mais incessant.

Des associations d'idées purement verbales contrastent beaucoup dans leur rapide précision avec l'élaboration lente et imparfaite des généralisations; les premières dépendent d'une action élémentaire du cerveau, les dernières résultent d'une opération excessivement compliquée. Dans les esprits bien organisés, un mot descriptif est suffisant pour évoquer une foule de vagues associations, qui cherchent à arriver à la cohésion d'une idée. Lorsque ces associations diffèrent trop les unes des autres pour arriver à se combiner, il y aura un conflit entre elles, et aucune ne parviendra à entrer dans le domaine conscient. Il n'y aura pas non plus d'images, aussi longtemps que des groupes d'associations auront un caractère trop semblable. L'image mentale se développera, à mesure que des qualifications seront ajoutées au mot; la netteté de l'image générique sera formée bien avant que le sens de la phrase ne l'ait individualisée.

On connaît les expériences de M. Galton sur les portraits génériques. Il a prouvé qu'on pouvait généraliser un type particulier, en projetant sur un écran, à l'aide d'une lanterne magique, ou bien en photographiant sur la même plaque sensibilisée, les portraits superposés de différentes personnes, et qu'on obtenait une résultante qui ne ressemblait à aucun des portraits en particulier, mais qui les représentait tous. Ce qui était commun à chaque portrait s'affermissait par la combinaison, ce qui était particulier était relativement trop faible pour attirer l'attention et restait dans l'ombre. Ce portrait, ainsi généralisé, gardait une apparence remarquable d'individualité. Ainsi, une collection de portraits séparés, pourvu qu'ils ne fussent pas trop dissemblables et qu'ils eussent la même dimension et le même point de vue, donnait un type homogène. Étudiant les procédés intellectuels qui concourent à la formation des images mentales, M. Galton a pensé que l'esprit d'un homme qui possède la mémoire visuelle forme ces images génériques d'après ses expériences passées. Il réduit les images à la même échelle et les place au même point de vue.

GÉOGRAPHIE

Le golfe d'Aden.

Ce n'est ni par les déserts brûlants, ni par les forêts et les marées impraticables, ni par la malignité du climat, que les explorateurs ont été principalement gênés et trop souvent arrêtés, dans les tentatives faites pour pénétrer dans l'Afrique, par le Choa, en partant du golfe d'Aden.

Les causes d'insuccès sont autres; le malheur est que, jusqu'ici, on n'en a pas suffisamment tenu compte. La zone aride qui sépare la mer des plateaux éthiopiens et du pays des Gallas ne saurait décourager le voyageur, encore plein de forces et d'espérance au début de son exploration. Il le sait; quelques jours de marche vont le conduire dans un pays magnifique, et cet espoir lui fait supporter toutes sortes de fatigues. Quant au climat, le point de la côte africaine dont nous nous occupons, un des plus chauds du globe, mais aussi un des moins humides, est, par cela même, fort sain.

En outre, à peine a-t-on atteint les premiers contreforts de la partie méridionale des plateaux éthiopiens, que le climat devient délicieux; en évitant scrupuleusement de faire des haltes nocturnes dans les plaines basses, au bord des cours d'eau, on jouit de la santé la plus florissante.

Pourquoi donc les efforts des voyageurs ont-ils si souvent échoué dans ces parages?... C'est grâce à la jalousie, plus ou moins déguisée de certains despotes africains, de laisser pénétrer les Européens, qui ne manqueraient pas de dénoncer leur trafic d'esclaves, ou bien à la crainte de voir des concurrents leur enlever le bénéfice du transit des marchandises importées ou exportées, ou encore à une politique qui consiste à isoler l'Abyssinie du contact de la civilisation européenne, pour se réserver de nouvelles occasions d'invasion; politique bien servie d'ailleurs par des tribus sauvages, dont on aurait vite raison toutefois avec une poignée d'hommes armés et déterminés à ne se laisser ni piller ni massacrer.

Aucune exploration ayant pour point de départ le golfe d'Aden n'a été jusqu'à ce jour sérieusement organisée sur des bases exigées par des conditions spéciales, provenant plutôt des hommes que de la nature. Quand l'appui de leur gouvernement ne faisait pas défaut aux voyageurs, l'insuccès provenait de l'inexpérience et de la faiblesse d'organisation de l'expédition.

C'est ainsi que nous avons vu échouer les plus courageux efforts contre les mêmes obstacles. Lambert, agent consulaire de France à Aden, est massacré, en 1853, près de Zeyla, dans sa barque, dont les débris furent jetés çà et là sur la plage pour laisser croire à un naufrage; Verdier, officier de chasseurs d'Afrique, est attaqué lors de son voyage au Choa, en 1873, et massacré à son retour d'Ankobar, à quatre jours de Zeyla, après avoir remis au roi Ménylik des présents de la part de Napoléon III; enfin les infortunés compagnons de M. Pierre Arnoux, dont la *Revue des Deux Mondes* a entretenu ses lecteurs l'année dernière, MM. Dissard et Béranger, sont tués à coup de sagaie, dans la nuit du 24 octobre 1874.

Cependant, Ménylik, roi du Choa, inspiré des mêmes désirs de civilisation que son aïeul Sahlé-Sahlassi, ne cesse de faire des avances aux gouvernements européens. Il a chargé M. Pierre Arnoux d'une mission auprès du gouvernement français, et l'année dernière il a écrit au président de la Société de géographie de Paris, pour offrir son appui à une exploration française désireuse de pénétrer dans des régions jusqu'ici

inconnues. Et ce n'est pas la première fois que de semblables démarches sont faites par les rois chrétiens d'Abyssinie pour tendre la main aux Européens par-dessus la tête des Musulmans qui assiègent le plateau éthiopien de tous côtés, mais dont les invasions toujours renouvelées sont toujours repoussées depuis plus de dix siècles !

Les derniers démêlés de Gordon pacha avec Johannès, les explorations italiennes vers le Kaffa, l'occupation de la baie d'Assab (côte du Danakil) par une compagnie italienne, l'esprit civilisateur qui anime le roi du Choa, les probabilités d'une prochaine colonisation française d'Obock, à l'entrée de la mer Rouge, ces faits et d'autres encore dont il est intéressant d'entrevoir les conséquences, ont de nouveau attiré l'attention publique sur les magnifiques régions du plateau éthiopien.

Avant d'y arriver, nous pensons qu'il est utile d'exécuter une rapide exploration dans la partie méridionale de la mer Rouge et au golfe d'Aden.

Après avoir passé le canal de Suez, un service régulier de vapeurs égyptiens nous conduit en quelques jours à Massawah, sur les côtes d'Abyssinie, par 15° 36′ de latitude nord et 37° 15′, de longitude orientale.

La ville bâtie sur un îlot, ancien banc de corail, qui ne s'élève que de 4 à 5 mètres au-dessus du niveau de la mer, est d'un aspect assez triste avec ses cabanes en bambous, recouvertes de nattes, au milieu desquelles se dressent des maisons en maçonnerie. L'îlot, qui n'a qu'un kilomètre de long sur 400 mètres de large, est partagé en deux parties : l'une appartient aux vivants, l'autre est consacrée aux morts. C'est au milieu même des tombeaux que sont creusées les citernes pour recueillir l'eau des pluies qui tombent de temps en temps d'octobre à mars. Ces citernes ne répondant nullement aux besoins de la population, on était, auparavant, obligé de s'approvisionner aux puits creusés sur le continent voisin. Depuis peu, des tuyaux partant de Mokoullou fournissent l'eau à l'île de Massawah qu'une jetée relie à la côte abyssinienne.

La population, composée de marins et de marchands mahométans de divers pays, s'élève de 6 à 7,000 âmes. Le port, formé au sud par l'îlot de Massawah et au nord par la terre ferme, offre un excellent abri.

L'îlot présente une absence absolue de végétation ; le climat est à certaines époques de l'année tellement chaud, que l'on dit, dans ces parages, que Massawah est un enfer et Aden un purgatoire. La saison la plus brûlante a lieu en juin et en juillet ; il n'est pas rare de voir le thermomètre s'élever alors à 50 et 55° centigrades.

En outre, comme dans tous les centres commerciaux, en Orient, de nombreuses maladies, telles que la dysenterie, plaie de l'Yémen, les fièvres, etc., sont endémiques à Massawah.

Massawah est une ville ancienne. Après la découverte du passage du cap de Bonne Espérance par les Portugais, Massawah ne bénéficia plus autant de sa position sur l'ancienne route des Indes. Mais sa situation unique à l'entrée de la seule route qui donne accès direct et immédiat dans les provinces septentrionales de l'Abyssinie lui conserva toujo de l'importance. Son commerce était très considérable au que l'anarchie du royaume éthiopien la fit tomber aux mai des Musulmans. Aujourd'hui, l'avantage que Massawah gardé d'être le seul port sur la côte d'Abyssinie, le percem de l'isthme de Suez dont elle a déjà profité, les progrès de navigation à vapeur, enfin une bonne administration, enco à souhaiter, peuvent rendre à ce port son ancienne valeur.

Les Turcs en firent longtemps leur boulevard lors de leu nombreuses et toujours vaines tentatives d'invasion e Abyssinie, pour convertir les populations éthiopiennes à l loi du Prophète.

Confiée ensuite à des chefs de la côte, ou « naybs », qi payaient tribut à la Porte, Massawah fut de nouveau soumis à l'autorité d'un pacha ottoman, puis fut cédée, *en 1866*, au vice-roi d'Égypte avec tout le littoral africain de la mer Rouge.

Disons, en passant, que cette cession fut le résultat de la jalousie de l'Angleterre envers la France, à laquelle Négousich, négus du Tigré, ancien rival de Théodoros, avait donné la magnifique baie d'Adulis, dont les Anglais, depuis leur expédition d'Abyssinie, ont changé le nom en celui « d'Annesley bay » ; cette jalousie s'accrut encore à la suite de notre acquisition de la rade d'Obock, à l'entrée de la mer Rouge.

Depuis que l'Égypte est maîtresse de Massawah, elle a voulu reprendre l'ancienne politique des Turcs et de Méhémet-Ali, c'est-à-dire la conquête des plateaux éthiopiens. Servie par des Européens plus ou moins égyptianisés, Muzinger pacha, Gordon pacha, Arendrup pacha, Arakel bey, etc., elle tenta l'invasion de l'Abyssinie de plusieurs *côtés à la fois*, en 1875.

Nous savons combien l'ex-khédive paya cher ses ambitieuses visées, lorsqu'après avoir planté le drapeau égyptien de Tadjourrah à Raz-Hafoun, les armées égyptiennes allèrent se faire écraser dans les montagnes du Tigré par l'ati Johannès, tandis qu'au sud, Muzinger pacha, Suisse d'origine, homme de talent, se faisait massacrer avec trois cents soldats par les Adals, près d'Aoussa, et que Gordon pacha à l'ouest ramenait au Caire son armée qui avait remonté le cours du Nil sans avoir rien accompli. En outre, Mac Killop pacha était forcé d'abandonner, avec sa flotte, les côtes du Zanguebar, devant les injonctions de l'Angleterre. Depuis cet immense échec du vice-roi, les prétentions de l'ati Johannès se sont élevées sur Massawah, clef du commerce de son empire. Il revendique ce port, en menaçant d'y faire incessamment une descente avec ses farouches combattants.

Avant de quitter Massawah, disons que l'absence absolue de flotte, bien plus que sa grandeur, attache Johannès au rivage abyssinien. D'un autre côté, le conflit pourrait s'éterniser sans autre résultat qu'un état de souffrance de plus en plus grand pour le commerce, car les troupes égyptiennes n'osent plus s'aventurer dans les défilés des montagnes d'Abyssinie, dont nous voyons les teintes bleuâtres se fondre avec l'horizon, à mesure que notre navire nous emporte vers l'archipel Dalhac, au nord de la presqu'île de Buri.

D'origine volcanique, surgissant en masses de roches calcinées couvertes de couches de lave noire et grisâtre, très

ıpprochées les unes des autres, ces îles, fort nombreuses, fectent des formes curieuses et leurs contours capricieux frent d'excellents refuges aux barques des pêcheurs arabes endant les temps orageux. Parmi ces îles, citons Dessi, ui commande l'entrée de la baie d'Adulis-Dalhac; el Kebir, ui forme un cirque dans lequel on pénètre par une passe troite ; puis Harat, Dohul, Nureh, Eseratau au double ic, etc.

Bientôt, nous les avons toutes laissées derrière nous et la erre d'Asie nous apparaît à l'Orient sous la forme d'une lonue ligne de montagnes qui embrasse tout l'horizon du ıord au sud : ce sont les contreforts de la partie méridionale du ılateau arabique, appelée Yémen, dans l'Arabie Heureuse. En ıtterrissant, on est loin d'être porté à admettre la véracité de ette appellation de longue date, *Arabia félix,* car la côte ıride, sablonneuse, composée de gravier, de coquillages et de oches madréporiques, offre un spectacle des plus attristants ıu voyageur affaissé sous une chaleur torride. A peine renontre-t-on sur ces bords désolés, entre les masses monagneuses, une source dont le filet d'eau est aussitôt absorbé par les sables brûlants. Autour de cet « Aïoun » (œil), des bouquets de dattiers et de mimosas forment alors une oasis.

Le climat malsain et le fanatisme des peuplades musulmanes de ces côtes ont empêché jusqu'ici les Européens d'y fonder des établissements maritimes.

Malgré ces conditions défavorables et générales à toute la côte arabique de la mer Rouge, du golfe de Suez au détroit de Bab-el-Mandeb, on rencontre dans la partie méridionale, dont nous avons seulement à nous occuper ici, des centres commerciaux assez importants, mis en communication avec les riches plateaux de l'Yémen et sa capitale Sana, par des routes fréquentées par de nombreuses caravanes ; tels sont Loheia, Hodeidah, Mokha, où des négociants européens entretiennent des correspondances pour l'achat des cafés et des baumes si renommés. Après la prise d'Aden par les Anglais, en 1833, Mokha continuait à monopoliser le commerce de l'Arabie et de l'Afrique. Pour y remédier, un *act* du gouvernement de Bombay, en 1850, déclara Aden port franc. — Depuis, les choses ont bien changé. Entre les mains des autorités turques, comme les autres villes de l'Hedjaz et de l'Yémen, Mokha n'est certes pas en voie de reconquérir son ancienne importance.

C'est en face de Mokha, sur la côte du Danakil, que se trouve Assab, ce point où l'Italie vient de prendre pied. La baie d'Assab, très belle, abritée des vents par une chaîne de montagnes volcaniques qui l'entourent presque de tous côtés, présente de fort bons ancrages.

Tout récemment, sous prétexte d'y établir des parcs à charbon et une station pour ses bateaux à vapeur, la Compagnie Rubattino, d'Aden, s'y installait. Le gouvernement italien s'empressa d'envoyer aussitôt plusieurs croiseurs dans la mer Rouge et le golfe d'Aden, pour prêter leur appui à ce premier établissement, qui peut devenir une base d'opérations pour des projets à venir, non pas sur cette côte du Danakil, mais plutôt sur les magnifiques régions qu'étudient, en ce moment même, les explorateurs italiens au Choa, où l'Italie serait fort désireuse de trouver de nouveaux débouchés à son commerce (1).

Les côtes du Danakil, qui s'étendent depuis la presqu'île de Bari jusqu'au détroit de Bab-el-Mandeb, offrent un aspect triste et désolé. La bande de territoire sablonneux, comprise entre la mer et les hautes montagnes de l'Abyssinie, est habitée par de misérables populations danakiles. Tandis que dans le voisinage les montagnes d'Abyssinie offrent les sites les plus enchanteurs, avec leurs plateaux couverts d'une magnifique végétation, arrosée par des pluies torrentielles, qui proviennent de l'évaporation de la mer Rouge et ont lieu périodiquement de juin à septembre, pas une goutte d'eau ne tombe alors sur ce misérable pays du Danakil. Ce singulier phénomène tient sans doute à ce que, du sol embrasé de cette région, s'élève une colonne d'air chaud qui empêche les évaporations de la mer de se condenser audessus du Danakil, pour retomber en pluies fécondes. La côte d'Afrique nous présente donc la même aridité que la côte arabique, mais avec cette différence que, si les contreforts de l'Hedjaz s'éloignent assez de la mer pour laisser une étendue de 8 ou 10 lieues quelquefois, la chaîne libyque, au contraire, suit partout la côte de très près et même, à Massawah par exemple, elle n'en est éloignée que d'une lieue.

L'îlot de Périm est situé dans le détroit de Bab-el-Mandeb, éloigné d'un mille et demi seulement de l'Asie et de onze milles de la côte africaine. D'origine volcanique, il se compose de masses de lave, dont le point culminant s'élève à plus de 80 mètres au-dessus du niveau de la mer. Les côtes découpées présentaient de nombreuses criques, aujourd'hui comblées par les sables de la mer; cependant il est une de ces dentelures qui offre un port long d'un mille sur un demi-mille de large, avec de bons ancrages. Les algues couvrent la roche sur les bords de l'îlot, excepté aux endroits où il se termine en escarpement. La roche ignée est alors à nu.

Jadis, des pirates tentèrent de s'établir à Périm, d'où ils comptaient s'élancer au pillage des bombardes arabes qui font le commerce côtier; mais devant l'absence absolue d'eau, ils durent abandonner leur dessein,

L'îlot fut aussi occupé, en 1799, par l'Angleterre, afin de s'opposer à la jonction des Français avec Tippo-Saïb, lors de la campagne d'Égypte. La position fut ensuite jugée intenable et les troupes anglaises furent retirées. Mais, en 1857, pour faciliter la navigation de la mer Rouge un phare fut construit à Périm, et, en 1861, l'île fut réoccupée militairement. Des casernes furent bâties et des batteries installées. Un détachement d'infanterie indienne, relevé tous les deux mois, est envoyé d'Aden au gouvernement duquel se rattache Périm. Notons ici que le gouvernement de Bombay vient de décider, il y a un mois à peine, l'établissement de phares à Raz-Hafoun, à Gardafui et sur certains autres points du golfe d'Aden et de la mer Rouge.

(1) Voir les dispositions du gouvernement italien, dans le discours de M. Cairoli à la Chambre des députés, 16 mars 1880.

Une distillerie fournit l'eau à la petite garnison, et les approvisionnements viennent d'Aden sur des vapeurs de l'État, affectés au service de la station navale de la mer Rouge et du golfe d'Aden.

Au sortir du détroit de Bab-el-Mandeb (en arabe la Porte des Larmes, sans doute à cause des nombreux naufrages de ces fragiles barques, qui naviguent dans ces mers), les côtes d'Asie et d'Afrique s'écartent brusquement : la première à l'est, l'autre à l'ouest, jusqu'à la baie de Tadjourrah pour descendre ensuite au sud de Zeyla et revenir à l'est en formant le golfe d'Aden.

La côte arabique, baignée par ce golfe, est, comme celle de la mer Rouge, stérile, sablonneuse et brûlante. Si nous longeons la côte africaine, nous voyons à Raz-Bir (cap du Puits) le prolongement de la chaîne lybique contourner à l'ouest, toujours à une courte distance de la côte. Sans nous arrêter au territoire d'Obock, acquis par la France, et où nous devons revenir, pénétrons dans la baie de Tadjourrah. La côte présente une végétation assez maigre, mais n'oublions pas qu'à une courte distance dans la direction du plateau abyssin, le pays devient fertile. A la sortie de la baie de Tadjourrah, nous rencontrons les îles Massah, et, près de Zeyla, l'île d'Eibat, qui appartiennent à l'Angleterre. Elles sont inhabitées et seulement visitées par les barques des pêcheurs ou les croiseurs anglais. On y trouve du guano. Derrière la côte de Zeyla, le pays est un désert qui s'étend à plusieurs journées de marche vers l'ouest. D'immenses plaines, dont le sol volcanique présente de nombreux soulèvements, et à peine couvertes d'herbes et d'arbrisseaux épineux, sont parcourues par diverses tribus sauvages nomades : les Danakils au nord-est, les Adals et les Itous à l'ouest.

Presque continuellement en guerre les uns contre les autres, ces peuplades vivent de rapines et du pillage des caravanes.

En gagnant les côtes du Sômal, dans la direction de Berbera, nous voyons les montagnes se rapprocher beaucoup de la mer et courir tout le long du rivage en offrant aux regards des crêtes dentelées et des pics d'une fort grande élévation. Cette chaîne de montagnes va finir brusquement en remparts abrupts à Gardafui, en face de Socotora.

Dans la mer Rouge et le golfe d'Aden, tant du côté de l'Afrique que de celui de l'Asie, nous n'avons pas rencontré l'embouchure d'un seul cours d'eau sur une si vaste étendue de littoral. Cela tient à la disposition des montagnes, trop rapprochées de la côte pour qu'il puisse se former autre chose que des torrents impétueux lors de la saison pluvieuse sur les plateaux, mais complètement à sec lors de la sécheresse.

Toutefois, signalons l'Aouache, le seul cours d'eau considérable qui coule dans la direction du fond du golfe d'Aden.

L'Aouache prend sa source dans les massifs du Naréa, coule entre les montagnes du Choa et de Erer, traverse le pays des Adals et vient se perdre dans le lac Aoussa.

Sauf celui-là, tous les autres cours d'eau africains, séparés de la mer par la chaîne lybique, dont une des ramifications s'étend jusqu'à Raz-Hafoun, vont grossir le Nil ou se jeter au sud dans l'océan Indien.

De ce que la zone comprise entre les montagnes et la mer est stérile, n'allons pas conclure que cette partie de l'Afrique est déshéritée de la nature. Au contraire, cette zone sablonneuse est relativement fort peu de chose. Jetons plutôt les yeux au delà de cette chaîne de montagnes qui s'étend de Suez à Raz-Hafoun pour nous voiler l'Afrique dans toute sa splendeur. Derrière elle, c'est l'Égypte avec son Nil majestueux, c'est la Nubie avec les grands affluents du Nil, c'est l'Abyssinie avec le Mareb, le Taccazé, l'Abbaï ; plus bas, c'est le Choa, puis les immenses et mystérieuses régions des Gallas.

Du côté de l'Arabie également, à peine a-t-on gravi les premiers contreforts des plateaux de l'Yémen, qu'on se trouve dans de riches et fertiles pays, la véritable Arabie Heureuse.

Avons-nous besoin de dire maintenant que, comme la mer Rouge, le golfe d'Aden est traversé par des milliers de steamers qui vont aux Indes et dans l'extrême Orient? Néanmoins, si entre différentes villes de la mer Rouge nous voyons aujourd'hui des vapeurs qui vont à Djeddah, à Cosseïr, à Suakin, à Massawah et à Hodeidah, le commerce entre Aden et les villes de la côte d'Afrique ne se fait encore que par des sçambouks, sorte de barques non pontées, jaugeant de 50 à 75 tonneaux. Les mâts penchés en avant, la poupe fort élevée, la voile latine plus longue que la barque elle-même, donnent au sçambouk un aspect particulier.

Sur les côtes d'Arabie, les villes baignées par le golfe d'Aden et que nous pouvons citer sont, de l'est à l'ouest, Makallah, résidence d'un sultan sous le *protectorat de* l'Angleterre. Ce port entretient des relations commerciales avec Aden, Berbera et Aloulah, sur la côte du Sômal et Socotora. La Compagnie des bateaux à vapeur la *British India* y a établi une station. Citons ensuite Shogra, au pays des Fadhlis, bien moins considérable que Makallah. On y voit néanmoins un marché de café important. Bombardée en 1866 par les croiseurs anglais, la ville s'est peu à peu relevée depuis cette époque.

Enfin nous arrivons à Aden, qui mérite bien de nous arrêter, car étudier Aden, c'est étudier le golfe qui porte son nom surtout au point de vue commercial et politique.

La presqu'île d'Aden est située sur la côte méridionale de l'Yémen, en Arabie Heureuse. Le port est formé à l'est par la péninsule de la chaîne du Shum-Shum et à l'ouest par celle du massif d'Ishan. L'entrée du port est au sud. La presqu'île d'Aden, d'une étendue de 35 milles carrés, est à peine rattachée à l'Arabie par une langue de terrain sablonneux que la haute marée submerge totalement.

Nous voudrions pouvoir donner une idée du spectacle que présentent ces montagnes aux arêtes aiguës, aux remparts abrupts où pas une touffe d'herbe, pas un arbre ne couvrent la nudité du roc, tandis qu'un soleil d'une ardeur incomparable embrase l'atmosphère, éblouit et énerve le voyageur. C'est pourtant dans cet endroit, un des plus chauds du globe, dont l'aspect seul suffit pour attrister l'âme, que l'Angleterre a fondé un des boulevards les plus solides de sa puissance maritime dans la mer des Indes.

Au fur et à mesure que notre steamer pénètre dans le vaste port (8 milles de l'est à l'ouest, et 4 milles de profondeur), ceux qui ne sont pas prévenus sont, à tout instant, trompés dans leur attente en prenant les nombreux groupes d'habitations devant lesquelles nous passons et dont l'ensemble compose Steamer-Point, pour la ville d'Aden elle-même, cachée à nos yeux derrière les montagnes. D'abord ce sont les bâtiments de la Compagnie Eastern Telegraph, puis la résidence du général gouverneur, les casernes du cantonnement, les hôpitaux, les batteries, encore des casernes, les chapelles protestante et catholique, les agences des messageries maritimes et de la *Peninsular and Oriental Company,* la direction du port, les bâtiments de la poste, etc., et, sur un cap, la résidence du premier assistant politique. On la prendrait pour une mosquée sans minarets. Nous sommes maintenant dans la baie des Canons (*Ordnance Bay*). Quelques navires de guerre, de nationalités diverses, sont à l'ancre. Des paquebots et d'autres steamers chargent et déchargent du charbon de terre dans de vastes chalands timonés par des remorqueurs qui remplissent le port de bruit et de fumée.

Aden est une ville fort ancienne. Lorsque le commerce maritime de l'Afrique orientale et de l'Asie était entre les mains des Arabes, Aden fut très florissant. Cela changea lors de la découverte du passage du cap de Bonne-Espérance, par les Portugais. Tombé entre les mains des Turcs, Aden diminua encore devant la concurrence de Mokha.

Les Anglais l'avaient déjà plusieurs fois visité et apprécié sa magnifique situation sur la route des Indes, quand M. Haines fut chargé, en 1833, par la Compagnie des Indes orientales de négocier l'acquisition d'Aden avec le sultan des Abdalis, qui répondit par un refus. En 1838, les négociations furent reprises. Comme elles restaient encore sans résultat et qu'il fallait absolument ce port aux Anglais, la ville fut bloquée, en 1839, et prise d'assaut. C'était la première conquête sous le règne de Victoria. Il fallut aussitôt prendre des mesures pour repousser les attaques des tribus arabes, les Abdalis, les Akrabis, les Fadhlis, etc., unies dans un commun sentiment de jalousie et de crainte, en voyant une puissance étrangère redoutable prendre pied sur le sol arabique. Non seulement toutes leurs tentatives, mal organisées, furent vaines, mais encore le gouvernement anglais sut-il s'immiscer, par une politique habile, et peu à peu comme arbitre dans les querelles des tribus entre elles, accordant même l'appui de ses armes tantôt à l'une, tantôt à l'autre. Aujourd'hui, l'autorité anglaise est fort consolidée dans les pays voisins. Des pensions annuelles, servies à tels ou tels sultans et de fréquents bakchichs ont achevé de les mettre sous la main du gouvernement d'Aden. En outre, par traités conclus avec les chefs des tribus de l'Yémen et ceux des villes de la côte du Sômal, le gouvernement anglais a eu la prévoyance d'assurer l'approvisionnement d'Aden en tous temps.

Sous la puissance britannique et depuis le percement de l'isthme de Suez, Aden a pris un développement commercial des plus considérables et de tous les points de la côte d'Afrique orientale et d'Asie méridionale on y vient, attiré par les affaires. Aussi voyons-nous en traversant le quartier du bazar la plus grande variété de types qu'il soit possible de réunir dans un même point du globe. Dans les deux ou trois rues principales d'Aden, que ne rencontrons-nous pas? Des Sômalis, aux longues mèches de cheveux frisées et rougies à la chaux, deux énormes morceaux d'ambre suspendus au cou, et promenant, une longue baguette à la main, leur magnifique torse drapé dans un taube blanc; des Arabes, au teint jaune ou noir, vêtus d'étoffes bariolées, des Hindous offrant toute la variété des races des côtes du Malabar; des Parsis adorateurs du feu, des Égyptiens, des Turcs, des Dankalis, des nègres du Zanguebar, des juifs de l'Yémen, etc., etc.

Cette population laborieuse, âpre au gain, qui n'était en 1839 que de 6 à 7000 habitants, s'élève aujourd'hui, sans compter la garnison, à 19 289 âmes.

Avant d'arriver aux citernes, nous passons près du grand marché, où, chaque matin, plus d'un millier de chameaux apportent à Aden fourrages, fruits, légumes, bois, café, etc. C'est un des tableaux les plus pittoresques de la ville d'Aden que ce rassemblement de chameaux, au milieu d'un cadre tout à fait local de maisons, éclatantes de blancheur et de montagnes, dont la couleur sombre du roc forme contraste. Cependant nous voilà aux citernes. Comment donner une idée bien exacte de ces constructions extraordinaires à celui qui n'en a pas vu de semblables ?

A Aden, comme dans beaucoup d'autres lieux de l'Arabie et de la mer Rouge, l'absence de sources a fait que, de longue date, on a songé au moyen d'amasser l'eau des pluies dans des réservoirs. Ceux d'Aden sont d'une origine incertaine. Quelques-uns font remonter l'époque de leur construction à la conquête de l'Yémen par les Persans, 600 avant Jésus-Christ, mais assurément elle est antérieure à celle des Turcs. Quand les Anglais s'emparèrent d'Aden, les citernes étaient fort dégradées. Abandonnées à l'incurie des derniers maîtres d'Aden, elles avaient presque disparu sous des monceaux de décombres. C'est au gouvernement anglais que revient l'honneur d'avoir, depuis vingt ans, entrepris et mené à bonne fin la restauration de ces travaux magnifiques.

Aden, nous l'avons dit, occupe le fond d'un cratère. Les montagnes qui entourent la ville ne descendent pas toutes en escarpements rapides; celles qui forment l'intérieur du cirque, du côté du sud-est, sont interrompues par un plateau à mi-hauteur, au-dessus du niveau de la mer et sillonné par de nombreux ravins qui convergent presque tous à une vallée, où se rend la plus grande partie des eaux pluviales de la presqu'île. L'escarpement des pentes, la dureté du roc, l'absence du sol, tout concourt à prévenir une forte absorption, de telle sorte qu'une faible pluie suffit à produire un vrai torrent dans la vallée. Pour ne rien perdre de ces eaux, on a construit une série de réservoirs, tantôt en barrant une gorge par une forte digue, tantôt en tirant parti des enfoncements de la roche soigneusement cimentée et dans lesquels on dirige toutes les rigoles de la montagne. Treize de ces réservoirs peuvent à eux seuls contenir 32 500 000 litres

d'eau. Mais les pluies tombent très rarement à Aden ; à peine six ou sept pouces d'eau par an. Et pourtant, sous les mêmes latitudes dans l'Inde, et plus près dans l'Abyssinie, quels déluges dans la saison des pluies !

La garnison d'Aden se compose de régiments de cipayes et de soldats anglais. Un détachement d'une centaine de cavaliers hindous, admirablement montés, a ses baraquements en travers de l'isthme.

Dès le principe, Aden a été fortifié de façon à devenir, au moment d'une guerre maritime, une place de premier ordre.

Le gouvernement anglais ne s'est pas seulement inquiété de faire d'Aden un des boulevards les plus solides de sa puissance maritime, mais il s'attache encore à développer de jour en jour son importance commerciale. Ses yeux sont surtout attirés du côté de l'Abyssinie et du Harat.

La presqu'île d'Aden ne produit absolument rien. Tout lui vient du dehors.

Mis en communication avec les districts de l'Yémen, d'où lui viennent les cafés, les gommes, les résines, les baumes, le fourrage, etc., par des routes très fréquentées par les caravanes, Aden a vu son commerce se développer d'une façon étonnante au détriment de Mokha, surtout depuis l'*act* du gouvernement de Bombay qui l'a déclaré port franc et depuis le percement du canal de Suez. Presque tous les navires qui, d'Europe et même des États-Unis d'Amérique, se rendent au Zanguebar, à Madagascar et au cap de Bonne-Espérance, au golfe Persique et dans les Indes, en Cochinchine, en Chine et au Japon, aux Indes néerlandaises et en Australie, etc., font relâche à Steamer-Point. (En 1875-76, 999 steamers sont entrés dans ce port). Aden communique régulièrement avec l'Europe par plusieurs lignes de paquebots, de passage, les uns tous les huit jours, les autres tous les quinze jours : « Peninsular and Oriental Steam Navigation. — British India Company. — Rubattino Company. — Austrian Lloyd's Company. — Messageries maritimes. »

On importe à Aden de grandes quantités de charbon de terre, emmagasiné dans de vastes entrepôts, des cotonnades blanches et de couleurs variées, des bois, des liqueurs, des comestibles, etc., enfin une foule de produits des industries et manufactures européennes. On exporte d'Aden presque tout le café de l'Yémen et des régions africaines du Harat et de l'Abyssinie (en 1875-76, pour plus de 2 073 225 roupies), des gommes, des résines, des nacres, des peaux, des cuirs, des épices, des aloès de Socotora, des plumes d'autruche, etc. Avant d'être exportés d'Aden, sur des steamers, ces produits y sont venus dans des sçambouks des villes d'Arabie : Loheia, Hodeidah, Mokha, Shogra, Makalla, etc.; de celles d'Afrique : Massawah, Tadjourrah, Zeyla, Berbera et des côtes du Sômal.

Georges Richard.

BIBLIOGRAPHIE

Sommaire des principaux recueils de mémoires originaux.

Bulletin de la commission géologique italienne, deuxième série, vol. 1 (août 1880). — Instructions relatives au congrès géologique international de Bologne pour 1881. — *B. Lotti :* Stratigraphie des terrains liasiques et crétacés dans les Alpes, avec une planche de coupes. — *A. Mascarini :* Fossiles tertiaires du Monte Falcone. — *Carlo de Stefani :* Description géologique du pays de Sienne. — *Th. Fuchs :* Réponse à M. de Stefani au sujet des lignites du Monte Bamboli.

— Journal de la Société géologique de Londres, vol. XXXVI, troisième partie, n° 143 (août 1880). — *T. Davidson :* Discours prononcé devant la Société géologique de France, à l'occasion de la célébration du cinquantenaire. — *J.-W. Dawis :* Monographie du genre *Pleuracanthus* d'Agassiz, avec une planche représentant les épines des principales espèces. — *Hill* et *Bonney :* Roches précarbonifères de la forêt de Charnwood. — *Gwyn Jeffreys :* Sur la présence des coquilles marines appartenant à des espèces actuelles, à des hauteurs diverses au-dessus du niveau de la mer. — *George Robert Vine :* Revue des *Diastoporidæ* avec une planche représentant le *Ceramopora megastoma.* — *W.-J. Sollas :* Structure et affinités des protospongiaires. — *George Jennings Hinde :* Mâchoires des annélides siluriennes, avec une planche ; — *W. Boyd Dawkins :* Classification des terrains tertiaires, basée sur les débris de mammifères. — *H.-G. Seeley :* Note sur un nouveau type de chélonien, le *Psephophorus polygonus*, avec une planche. — *Owen :* Description du squelette d'un nouveau reptile anoontodonte (*Platypodosaurus robustus*, πλατύς, large ; πούς, pied, σαύρα, lézard), provenant du trias de Graaff Reinet, sud de l'Afrique, avec deux planches. — *Henry Griffith :* Sur quelques points de la géologie de Natal. — *J. Prestwich :* Découverte d'une nouvelle espèce d'iguanodon (*I. Prestwichi*), dans les argiles kimmeridjiennes de Cumnor, à trois milles d'Oxford. — *J.-W. Hulke :* Description de l'*Iguanodon Prestwichi ;* sa distinction avec l'*I. Mantelli* du wealdien, avec six planches représentant les diverses parties du squelette.

Publications nouvelles.

Étude médico-légale sur l'interdiction des aliénés, par M. *Legrand du Saulle.* (1 vol. in-8°. Paris, 1880. Lecrosnier et Delahaye.) — Travail très complet, intéressant à un égal degré le jurisconsulte et le pathologiste. L'auteur explique lui-même son but et sa méthode ; il montre au magistrat ce qu'est scientifiquement le sujet à interdire, et il indique au médecin la position particulière qui peut être faite par la loi à un malade. Les questions si délicates que soulève l'aliénation mentale sont examinées en détail. Cet ouvrage rendra d'importants services aux experts qui préparent les jugements, aux magistrats qui les rédigent, au législateur même, qui pourra, grâce à M. Legrand du Saulle, apercevoir en même temps la nécessité et les éléments de quelque excellente réforme.

— La sociologie. — Essai de philosophie sociologique, par *E. de Roberty.* 1 vol. de la Bibliothèque scientifique internationale. Paris, G. Baillière, 1881. — M. de Roberty est un disciple d'A. Comte et un de ses fervents admirateurs. Il applique le positivisme à l'étude des forces sociales.

— Leçons sur les affections nerveuses locales, par *B. Brodie.* — Traduction française par Douglas Aigre. 1 br. in-8°. Publications du *Progrès médical.*

— La xénophobie ou peur des espaces, par le docteur *Gélineau.* — 1 br. in-8°. Doin.

— Pathogénie et traitement de la surdité, par le docteur *Gellé.* — 1 br. in-8°. Paris, 1881. Delahaye et Lecrosnier.

— Idées modernes, sociologie, cosmologie, par M. *Léopold Bresso*[n]. 1 vol. in-8°, 1880. (Librairie Reinwald.) — Ce livre est exclusivement consacré aux plus vagues généralités de la métaphysique et de la science.

Le propriétaire-gérant : Germer Baillière.

Paris. — Impr. J. Claye. — A. Quantin et Cie, rue St-Benoît. [1937]

LA

REVUE SCIENTIFIQUE

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

REVUE DES COURS SCIENTIFIQUES (2e SÉRIE)

DIRECTEURS : MM. ANTOINE BREGUET ET CHARLES RICHET

2e SÉRIE — 10e ANNÉE NUMÉRO 25 18 DÉCEMBRE 1880

Paris, le 3 décembre 1880.

L'Exposition internationale d'électricité est dès à présent dans le domaine des faits; nous l'avions annoncée lorsqu'elle était à l'état de projet et il serait difficile de nier qu'elle n'ait été quelque peu lente à prendre une forme réelle. Sept mois seulement nous séparent de la date d'ouverture, le 1er août 1881, et ce n'est pas trop, si l'on songe au temps nécessaire aux exposants pour construire, en dehors de leurs travaux ordinaires, des appareils dignes de figurer dans une exposition si importante par sa nouveauté.

La Chambre des députés a voté à l'unanimité, dans sa séance de lundi dernier, une subvention de 300,000 francs en vue de l'exposition et du congrès, et le Sénat doit ratifier ce vote dans peu de jours. La somme est faible par elle-même, mais elle ne fait que servir d'appoint à un capital de garantie constitué par des particuliers. Rarement une entreprise de cette espèce s'est présentée sous un aspect aussi fait pour inspirer confiance dans ses résultats. Il est convenu d'avance entre tous les bailleurs de fonds que l'exposition n'est pas une entreprise commerciale. Lors de la liquidation des comptes, les bénéfices acquis doivent être laissés à l'État qui, sur les propositions de la commission d'organisation, en fera profiter des œuvres scientifiques d'intérêt public.

La commission d'organisation a été nommée par le ministre des postes et des télégraphes, qui la préside de droit. Mais là s'arrête toute intervention du gouvernement, qui tient à laisser la plus large part à l'initiative individuelle. Cette commission composée de soixante-dix membres, si nous sommes bien informés, renferme dans son sein des membres de l'Institut, des sénateurs, des députés, afin de constituer un haut patronage qui montrera aux étrangers qu'il s'agit là de quelque chose de sérieux, qui ne ressemble en rien aux autres expositions qui se sont succédé depuis quelques années au palais de l'Industrie.

Cette commission, qui s'est déjà réunie pour arrêter les divers articles du règlement général, va se trouver convoquée de nouveau afin d'élire les membres d'un comité technique moins nombreux, dont la tâche consistera à examiner soigneusement les demandes d'admission qui parviennent déjà au commissariat général.

On sait que la plupart du temps, dans ces sortes de musées scientifiques, le public se trouve en face d'appareils dont il ne peut saisir le jeu, à moins que quelque personne compétente ne se dévoue à lui donner des explications. Cet inconvénient n'existera plus.

Nous croyons savoir, en effet, qu'une série de conférences des plus brillantes sera organisée, chacune sur une des branches spéciales de l'électricité. On parlera un jour de la lumière, un autre jour de la télégraphie, puis des modes de mesures électriques, des applications de l'électricité à la médecine, etc., si bien que, sous la main d'opérateurs choisis, les instruments sortis des vitrines seront mis en service et disséqués, pour ainsi dire, sous les yeux des assistants. On sera donc forcé de comprendre, et cela dans des conditions qu'on ne retrouvera jamais en dehors d'une semblable réunion d'appareils de toute sorte, mis en œuvre, s'il le faut, par des machines à vapeur.

Parmi les nouveautés que l'on s'attend à voir à Paris à cette occasion, il faut citer des chemins de fer électriques du genre de ceux qui fonctionnaient à Berlin, à Bruxelles et à Dusseldorf. Nous aurons d'ailleurs à revenir prochainement sur la locomotion électrique, pour en discuter les chances de succès plus ou moins probables vis-à-vis de la locomotion à vapeur.

Les sections étrangères ne laisseront pas que de présenter un intérêt considérable, et la présidence de la section anglaise acceptée, dit-on, par le prince de Galles, suffit pour établir l'importance qu'attachent nos voisins d'outre-Manche à l'œuvre élaborée par MM. *Cochery* et *Georges Berger*.

PHYSIQUE DU GLOBE

Les théories en météorologie.

I.

Quoique nous ne possédions encore que bien peu de connaissances sérieuses en météorologie, si l'on vient à comparer les travaux que l'on publiait, il y a trente ans à peine, avec ceux qui paraissent aujourd'hui, on ne peut s'empêcher de constater la grandeur de la transformation qui s'est accomplie. Jadis, la météorologie consistait exclusivement dans l'observation locale des phénomènes atmosphériques. On avait appris ainsi que dans un pays donné tel vent semble faire monter le baromètre, que tel autre amène le froid ou la pluie. Mais quelquefois, dans une région peu éloignée, ces relations n'existaient plus ou se trouvaient même renversées, et aucune idée générale ne venait relier les faits et rendre compte de ces différences. La météorologie en était encore à peu près au point où était parvenue l'alchimie il y a un peu plus de cent ans, et l'on ne s'étonnait pas outre mesure d'entendre des physiciens éminents, découragés par l'apparence de ce chaos, proscrire les recherches météorologiques, et déclarer que le temps qu'on y consacrerait dorénavant serait du temps perdu.

Aujourd'hui, au contraire, bien que l'on n'en soit pas encore à pénétrer dans le mécanisme intime des phénomènes dont l'atmosphère est le siège, la météorologie a fait, en peu d'années, de rapides progrès ; chaque jour les bonnes observations se multiplient et sont conduites avec plus de méthode ; chaque jour nos déductions acquièrent plus de généralité et de certitude ; déjà des résultats considérables ont été atteints et les météorologistes sont en possession de quelques lois bien démontrées.

Cependant, à côté de ces progrès indéniables, il ne faut pas se dissimuler de nombreuses lacunes, et l'expérience de chaque instant est là pour nous les montrer. Les faits observés avec exactitude et d'une manière complète sont encore trop peu nombreux pour permettre d'établir solidement des théories générales, et la plupart de celles qu'on a proposées jusqu'ici d'une manière un peu hâtive se trouvent tour à tour contredites par les faits. C'est ce que nous allons essayer de montrer en passant en revue l'état de nos connaissances actuelles sur un des sujets les plus importants de la météorologie, la nature et le mode de propagation des tempêtes.

II.

Les premières idées qui aient été émises, il y a plus de trente ans, sur la nature des mouvements atmosphériques, consistaient à regarder les variations du baromètre comme dues à une sorte de mouvement ondulatoire, analogue à la formation des vagues à la surface de la mer. Le baromètre était le plus haut en un point au moment où passait le sommet de l'onde atmosphérique ; il était le plus bas au contraire, quand le creux de la vague se trouvait au-dessus du poste d'observation. Dans cette théorie, la distribution de la pression aurait été représentée par des *lignes* de pressions maxima et minima indiquant les crêtes et les creux des vagues successives, et Quételet avait même cru reconnaître, suivant les pays, l'existence de plusieurs systèmes d'ondes, distincts d'ordinaire, mais qui pouvaient quelquefois se contrarier et compliquer les phénomènes. Aucune relation immédiate n'existait, du reste, d'après cette théorie, entre le sens de propagation de ces ondes et le mouvement réel de l'air, indiqué par le vent. Il en était exactement pour l'air comme pour une masse liquide, une rivière par exemple, où l'on voit fréquemment des vagues se propager obliquement par rapport au courant général, et quelquefois même exactement *en sens* contraire. La seule relation à peu près constante *que l'on* avait cru découvrir entre le vent et la pression était que le vent présentait le plus souvent des directions opposées des deux côtés de la crête de l'onde, c'est-à-dire de la ligne de pression maximum. Dans le creux de la vague, au contraire, le vent ne semblait obéir à aucune loi précise.

A côté de cette première théorie, régnait dans la science une loi sur la succession dans laquelle se présentent les changements de direction des vents, envisagés en eux-mêmes et indépendamment de tous les autres phénomènes météorologiques. Dove avait cru reconnaître que cette succession se fait dans un ordre constant et il avait formulé sa loi célèbre que, dans notre hémisphère, les vents *tournent avec le soleil*, c'est-à-dire qu'ils passent de l'est à l'ouest par le sud. Bien que les exemples de rotations inverses *fussent nombreux*, cette règle n'en conserva pas moins pendant longtemps une grande autorité, et les mots *tourner avec le soleil*, en autorisant implicitement à rattacher la cause de ces variations au soleil lui-même, contribuèrent puissamment à vulgariser la loi de Dove.

C'est encore à la même époque qu'on prit l'habitude d'attribuer les variations brusques de température que nous éprouvons si souvent dans nos climats à la lutte et aux triomphes alternatifs de deux courants ennemis, l'un chaud et l'autre froid, le courant équatorial et le courant polaire, hypothèse d'autant plus commode qu'on ne s'avisa jamais de définir exactement ce qu'on entendait par ces mots. Aussi le courant polaire et le courant équatorial, que chacun pouvait faire intervenir à sa guise et en comprenant sous le même nom les idées les plus différentes, furent-ils longtemps la suprême ressource des théories innombrables qui vinrent encombrer la météorologie.

Toutefois, à côté de ces opinions erronées, ou de lois généralisées trop vite en partant d'observations insuffisantes, on acquit bientôt sur quelques faits particuliers des notions exactes, que la suite a bien peu modifiées. Grâce aux travaux de Reid, de Redfield, de Dove, de Piddington, le mouvement tourbillonnaire des cyclones des Antilles et de la mer des Indes fut nettement établi, et l'on reconnut même que les tempêtes d'Europe semblaient présenter des caractères analogues. La généralisation de ces lois et des relations si importantes qui unissent la répartition de la pression baromé-

trique et la marche des vents ne devait venir que plus tard, après que les différents pays de l'Europe eurent installé un réseau de stations météorologiques reliées télégraphiquement, à l'exemple de celles que Le Verrier organisa le premier dans notre pays.

III.

Ce n'est pas ici le lieu de rappeler comment fut réalisée chez nous, en 1863, l'application de la télégraphie à la transmission rapide des observations météorologiques et à la prévision du temps ; mais il nous faut insister sur les résultats qu'amena cette application. Les progrès sérieux réalisés en météorologie datent en effet de l'époque où, grâce au télégraphe, on put être informé rapidement de la marche des tempêtes et suivre jour par jour l'état de l'atmosphère sur une portion notable de la surface terrestre. L'étude attentive des cartes quotidiennes du temps en Europe conduisit bientôt aux conclusions suivantes.

Si l'on dresse la carte qui représente la distribution de la pression atmosphérique au moment où une baisse notable du baromètre se déclare dans une ou plusieurs stations, on constate que les pressions minima ne forment pas une ligne, comme cela aurait lieu si les mouvements du baromètre étaient dus au simple passage de vagues aériennes. Elles sont au contraire distribuées autour d'un centre où le baromètre est le plus bas, tandis qu'il s'élève si l'on s'éloigne de ce centre dans une direction quelconque. Les lignes *isobares* ou d'égale pression, c'est-à-dire celles qui passent par tous les points de la carte où la pression barométrique est la même à l'instant considéré, figurent grossièrement des cercles ou des ellipses concentriques, ou bien encore des courbes plus compliquées surtout sur terre, dans les pays accidentés. Un pareil système de lignes forme ce que l'on appelle d'ordinaire une *dépression barométrique*, et chacun sait que c'est à la présence de ces dépressions que sont dues les tempêtes. En étudiant ensuite la manière dont le vent se comporte par rapport à ces dépressions, on reconnaît qu'il y a entre les deux phénomènes les rapports les plus étroits : dans notre hémisphère, le vent souffle des régions sud dans la moitié de la dépression qui est au sud du centre des basses pressions, il souffle des régions nord, au contraire, dans la moitié septentrionale et des régions est et ouest respectivement dans les parties orientale et occidentale.

Si l'on combine les caractères de ces dépressions, leurs déplacements dont nous nous occuperons plus tard, et les conditions géographiques de chaque pays, on arrive sans trop de peine à se rendre compte de la cause immédiate de bien des changements de temps. Supposons, en effet, que pendant l'hiver, et après quelques jours de froid, une de ces dépressions passe au nord de la France, se dirigeant vers l'est, nous nous trouverons dans la partie de cette dépression où, d'après ce que nous avons dit plus haut, les vents soufflent du sud-ouest, c'est-à-dire de l'Océan. Or celui-ci est beaucoup plus chaud en hiver que le continent européen ; la bourrasque nous amènera donc une élévation de la température, avec un air humide, et de la pluie. Que la dépression, au contraire, reste dans le sud-ouest de l'Europe, les vents seront chez nous du nord-est, ce qui produira, en hiver, un temps beau et sec, mais froid. En raisonnant d'une manière analogue, on trouverait aisément les caractères du temps que nous amènent les dépressions, suivant leur position, la saison et les conditions antérieures de l'atmosphère.

Les cartes quotidiennes qui représentent la répartition de pression atmosphérique nous montrent fréquemment aussi un phénomène qui, au premier abord, paraît exactement l'inverse des dépressions ; en un point de la carte, la pression est plus élevée que partout ailleurs, et le baromètre va en baissant à mesure qu'on s'éloigne de ce centre dans une direction quelconque. La circulation du vent suit du reste, autour de ce point, une marche inverse de celle que nous avons signalée pour les centres de basse pression. Toutefois ces aires de haute pression sont généralement plus étendues, les isobares y sont plus espacées et le vent qui en sort est moins violent que celui qui règne autour des dépressions barométriques.

Comme nous l'exposerons plus bas, ces aires de hautes comme de basses pressions se déplacent à la surface de la terre, amenant tour à tour sur leur passage les beaux et les mauvais temps, les vents, les variations de température. Elles présentent donc à l'étude un intérêt tout particulier; aussi ne doit-on pas s'étonner que l'on ait cherché à aborder ce sujet par la théorie. Sans doute, la question est assez importante pour qu'il soit hautement désirable de la voir résolue définitivement par le calcul; mais là, comme partout en météorologie, la théorie est venue trop vite, et il aurait peut-être fallu attendre au moins que l'on sût au juste quelle est l'origine de ces aires de basses ou de hautes pressions. Or, même à l'heure présente, on en est réduit sur ce point capital à l'ignorance la plus complète : aucune étude détaillée n'est venue nous apprendre à la suite de quelles circonstances les dépressions prennent naissance ; nous les suivons une fois formées, nous assistons à leur progrès et à leur déclin, mais nous ne savons rien sur leur origine. Aussi ne doit-on pas s'étonner que les théories conduisent sur ce point aux résultats les plus opposés ; les unes font de la dépression le centre d'un mouvement descendant ; les autres conduisent à admettre, au contraire, un mouvement ascendant ; pour une troisième, le mouvement descendant dans les régions supérieures de l'atmosphère est ascendant près du sol; une quatrième veut que le mouvement commence par être descendant pour devenir ascendant ensuite ; enfin il arrive que l'on ne s'entende plus même sur les mots et que l'on confonde le sens réel du mouvement de l'air avec le sens dans lequel s'effectue la propagation de ce mouvement. Ces divergences n'ont rien qui doive étonner outre mesure : on commence en effet par supposer certaines conditions sur lesquelles la théorie s'appuie ensuite : les conclusions sont déduites rigoureusement des principes admis à l'origine ; mais que valent exactement ces principes et répondent-ils ou non à des conditions réelles? c'est à l'observation seule à prononcer et celui qui, ayant en sa possession assez de documents, pour-

PHYSIQUE DU GLOBE

Les théories en météorologie.

I.

Quoique nous ne possédions encore que bien peu de connaissances sérieuses en météorologie, si l'on vient à comparer les travaux que l'on publiait, il y a trente ans à peine, avec ceux qui paraissent aujourd'hui, on ne peut s'empêcher de constater la grandeur de la transformation qui s'est accomplie. Jadis, la météorologie consistait exclusivement dans l'observation locale des phénomènes atmosphériques. On avait appris ainsi que dans un pays donné tel vent semble faire monter le baromètre, que tel autre amène le froid ou la pluie. Mais quelquefois, dans une région peu éloignée, ces relations n'existaient plus ou se trouvaient même renversées, et aucune idée générale ne venait relier les faits et rendre compte de ces différences. La météorologie en était encore à peu près au point où était parvenue l'alchimie il y a un peu plus de cent ans, et l'on ne s'étonnait pas outre mesure d'entendre des physiciens éminents, découragés par l'apparence de ce chaos, proscrire les recherches météorologiques, et déclarer que le temps qu'on y consacrerait dorénavant serait du temps perdu.

Aujourd'hui, au contraire, bien que l'on n'en soit pas encore à pénétrer dans le mécanisme intime des phénomènes dont l'atmosphère est le siège, la météorologie a fait, en peu d'années, de rapides progrès; chaque jour les bonnes observations se multiplient et sont conduites avec plus de méthode; chaque jour nos déductions acquièrent plus de généralité et de certitude; déjà des résultats considérables ont été atteints et les météorologistes sont en possession de quelques lois bien démontrées.

Cependant, à côté de ces progrès indéniables, il ne faut pas se dissimuler de nombreuses lacunes, et l'expérience de chaque instant est là pour nous les montrer. Les faits observés avec exactitude et d'une manière complète sont encore trop peu nombreux pour permettre d'établir solidement des théories générales, et la plupart de celles qu'on a proposées jusqu'ici d'une manière un peu hâtive se trouvent tour à tour contredites par les faits. C'est ce que nous allons essayer de montrer en passant en revue l'état de nos connaissances actuelles sur un des sujets les plus importants de la météorologie, la nature et le mode de propagation des tempêtes.

II.

Les premières idées qui aient été émises, il y a plus de trente ans, sur la nature des mouvements atmosphériques, consistaient à regarder les variations du baromètre comme dues à une sorte de mouvement ondulatoire, analogue à la formation des vagues à la surface de la mer. Le baromètre était le plus haut en un point au moment où passait le sommet de l'onde atmosphérique; il était le plus bas au contraire, quand le creux de la vague se trouvait au-dessus du poste d'observation. Dans cette théorie, la distribution de la pression aurait été représentée par des *lignes* de pressions maxima et minima indiquant les crêtes et les creux des vagues successives, et Quételet avait même cru reconnaître, suivant les pays, l'existence de plusieurs systèmes d'ondes, distincts d'ordinaire, mais qui pouvaient quelquefois se contrarier et compliquer les phénomènes. Aucune relation immédiate n'existait, du reste, d'après cette théorie, entre le sens de propagation de ces ondes et le mouvement réel de l'air, indiqué par le vent. Il en était exactement pour l'air comme pour une masse liquide, une rivière par exemple, où l'on voit fréquemment des vagues se propager obliquement par rapport au courant général, et quelquefois même exactement en sens contraire. La seule relation à peu près constante *que l'on* avait cru découvrir entre le vent et la pression était que le vent présentait le plus souvent des directions opposées des deux côtés de la crête de l'onde, c'est-à-dire de la ligne de pression maximum. Dans le creux de la vague, au contraire, le vent ne semblait obéir à aucune loi précise.

A côté de cette première théorie, régnait dans la science une loi sur la succession dans laquelle se présentent les changements de direction des vents, envisagés en eux-mêmes et indépendamment de tous les autres phénomènes météorologiques. Dove avait cru reconnaître que cette succession se fait dans un ordre constant et il avait formulé sa loi célèbre que, dans notre hémisphère, les vents *tournent avec le soleil*, c'est-à-dire qu'ils passent de l'est à l'ouest par le sud. Bien que les exemples de rotations inverses fussent nombreux, cette règle n'en conserva pas moins pendant longtemps une grande autorité, et les mots *tourner avec le soleil,* en autorisant implicitement à rattacher la cause de ces variations au soleil lui-même, contribuèrent puissamment à vulgariser la loi de Dove.

C'est encore à la même époque qu'on prit l'habitude d'attribuer les variations brusques de température que nous éprouvons si souvent dans nos climats à la lutte et aux triomphes alternatifs de deux courants ennemis, l'un chaud et l'autre froid, le courant équatorial et le courant polaire, hypothèse d'autant plus commode qu'on ne s'avisa jamais de définir exactement ce qu'on entendait par ces mots. Aussi le courant polaire et le courant équatorial, que chacun pouvait faire intervenir à sa guise et en comprenant sous le même nom les idées les plus différentes, furent-ils longtemps la suprême ressource des théories innombrables qui vinrent encombrer la météorologie.

Toutefois, à côté de ces opinions erronées, ou de lois généralisées trop vite en partant d'observations insuffisantes, on acquit bientôt sur quelques faits particuliers des notions exactes, que la suite a bien peu modifiées. Grâce aux travaux de Reid, de Redfield, de Dove, de Piddington, le mouvement tourbillonnaire des cyclones des Antilles et de la mer des Indes fut nettement établi, et l'on reconnut même que les tempêtes d'Europe semblaient présenter des caractères analogues. La généralisation de ces lois et des relations si importantes qui unissent la répartition de la pression barométrique

trique et la marche des vents ne devait venir que plus tard, après que les différents pays de l'Europe eurent installé un réseau de stations météorologiques reliées télégraphiquement, à l'exemple de celles que Le Verrier organisa le premier dans notre pays.

III.

Ce n'est pas ici le lieu de rappeler comment fut réalisée chez nous, en 1863, l'application de la télégraphie à la transmission rapide des observations météorologiques et à la prévision du temps ; mais il nous faut insister sur les résultats qu'amena cette application. Les progrès sérieux réalisés en météorologie datent en effet de l'époque où, grâce au télégraphe, on put être informé rapidement de la marche des tempêtes et suivre jour par jour l'état de l'atmosphère sur une portion notable de la surface terrestre. L'étude attentive des cartes quotidiennes du temps en Europe conduisit bientôt aux conclusions suivantes.

Si l'on dresse la carte qui représente la distribution de la prossion atmosphérique au moment où une baisse notable du baromètre se déclare dans une ou plusieurs stations, on constate que les pressions minima ne forment pas une ligne, comme cela aurait lieu si les mouvements du baromètre étaient dus au simple passage de vagues aériennes. Elles sont au contraire distribuées autour d'un centre où le baromètre est le plus bas, tandis qu'il s'élève si l'on s'éloigne de ce centre dans une direction quelconque. Les lignes *isobares* ou d'égale pression, c'est-à-dire celles qui passent par tous les points de la carte où la pression barométrique est la même à l'instant considéré, figurent grossièrement des cercles ou des ellipses concentriques, ou bien encore des courbes plus compliquées surtout sur terre, dans les pays accidentés. Un pareil système de lignes forme ce que l'on appelle d'ordinaire une *dépression barométrique*, et chacun sait que c'est à la présence de ces dépressions que sont dues les tempêtes. En étudiant ensuite la manière dont le vent se comporte par rapport à ces dépressions, on reconnaît qu'il y a entre les deux phénomènes les rapports les plus étroits : dans notre hémisphère, le vent souffle des régions sud dans la moitié de la dépression qui est au sud du centre des basses pressions, il souffle des régions nord, au contraire, dans la moitié septentrionale et des régions est et ouest respectivement dans les parties orientale et occidentale.

Si l'on combine les caractères de ces dépressions, leurs déplacements dont nous nous occuperons plus tard, et les conditions géographiques de chaque pays, on arrive sans trop de peine à se rendre compte de la cause immédiate de bien des changements de temps. Supposons, en effet, que pendant l'hiver, et après quelques jours de froid, une de ces dépressions passe au nord de la France, se dirigeant vers l'est, nous nous trouverons dans la partie de cette dépression où, d'après ce que nous avons dit plus haut, les vents soufflent du sud-ouest, c'est-à-dire de l'Océan. Or celui-ci est beaucoup plus chaud en hiver que le continent européen ; la bourrasque nous amènera donc une élévation de la température, avec un air humide, et de la pluie. Que la dépression, au contraire, reste dans le sud-ouest de l'Europe, les vents seront chez nous du nord-est, ce qui produira, en hiver, un temps beau et sec, mais froid. En raisonnant d'une manière analogue, on trouverait aisément les caractères du temps que nous amènent les dépressions, suivant leur position, la saison et les conditions antérieures de l'atmosphère.

Les cartes quotidiennes qui représentent la répartition de pression atmosphérique nous montrent fréquemment aussi un phénomène qui, au premier abord, paraît exactement l'inverse des dépressions ; en un point de la carte, la pression est plus élevée que partout ailleurs, et le baromètre va en baissant à mesure qu'on s'éloigne de ce centre dans une direction quelconque. La circulation du vent suit du reste, autour de ce point, une marche inverse de celle que nous avons signalée pour les centres de basse pression. Toutefois ces aires de haute pression sont généralement plus étendues, les isobares y sont plus espacées et le vent qui en sort est moins violent que celui qui règne autour des dépressions barométriques.

Comme nous l'exposerons plus bas, ces aires de hautes comme de basses pressions se déplacent à la surface de la terre, amenant tour à tour sur leur passage les beaux et les mauvais temps, les vents, les variations de température. Elles présentent donc à l'étude un intérêt tout particulier; aussi ne doit-on pas s'étonner que l'on ait cherché à aborder ce sujet par la théorie. Sans doute, la question est assez importante pour qu'il soit hautement désirable de la voir résolue définitivement par le calcul; mais là, comme partout en météorologie, la théorie est venue trop vite, et il aurait peut-être fallu attendre au moins que l'on sût au juste quelle est l'origine de ces aires de basses ou de hautes pressions. Or, même à l'heure présente, on en est réduit sur ce point capital à l'ignorance la plus complète : aucune étude détaillée n'est venue nous apprendre à la suite de quelles circonstances les dépressions prennent naissance ; nous les suivons une fois formées, nous assistons à leur progrès et à leur déclin, mais nous ne savons rien sur leur origine. Aussi ne doit-on pas s'étonner que les théories conduisent sur ce point aux résultats les plus opposés ; les unes font de la dépression le centre d'un mouvement descendant ; les autres conduisent à admettre, au contraire, un mouvement ascendant ; pour une troisième, le mouvement descendant dans les régions supérieures de l'atmosphère est ascendant près du sol ; une quatrième veut que le mouvement commence par être descendant pour devenir ascendant ensuite ; enfin il arrive que l'on ne s'entende plus même sur les mots et que l'on confonde le sens réel du mouvement de l'air avec le sens dans lequel s'effectue la propagation de ce mouvement. Ces divergences n'ont rien qui doive étonner outre mesure : on commence en effet par supposer certaines conditions sur lesquelles la théorie s'appuie ensuite : les conclusions sont déduites rigoureusement des principes admis à l'origine ; mais que valent exactement ces principes et répondent-ils ou non à des conditions réelles? c'est à l'observation seule à prononcer et celui qui, ayant en sa possession assez de documents, pour-

ra faire l'histoire exacte de la naissance d'une dépression, aura rendu plus de services à la météorologie que toutes les théories proposées jusqu'ici. Dans l'état actuel, voici à peu près le bilan de nos connaissances sur la question.

L'air tourne, comme nous l'avons dit, autour des centres de hautes pressions, et de gauche à droite, c'est-à-dire dans le sens des aiguilles d'une montre, pour l'hémisphère nord (ce serait l'opposé pour l'hémisphère sud). Mais ce mouvement est loin d'être absolument un mouvement circulaire : le vent n'est pas parallèle aux isobares : il les coupe franchement, et quelquefois même à angle droit. L'observation nous amène donc à cette conclusion indiscutable, que l'*air sort des centres de hautes pressions*. Or de pareils centres subsistent parfois des semaines entières, même des mois ; et l'air qui s'en écoule ne peut venir que d'en haut. L'expérience nous conduit donc forcément à cette conclusion qu'une aire de haute pression est un point où l'air descend vers la surface du sol.

Inversement, le mouvement de l'air qui s'effectue autour des dépressions en sens inverse des aiguilles d'une montre (dans notre hémisphère) a une composante bien marquée vers ce centre, au moins dans la plupart des cas : le vent coupe les isobares en se dirigeant vers les basses pressions. Or la permanence de ces dépressions malgré l'afflux d'air qui se produit constamment vers elle n'est compatible qu'avec l'existence d'un courant ascendant au moins dans les régions inférieures de l'atmosphère. Tels sont les résultats bruts et par suite indiscutables de l'observation.

Que deviennent maintenant ces mouvements dans les régions supérieures de l'atmosphère? La réponse est malaisée. On a déjà tant de peine à démêler exactement ce qui se passe à la surface du sol, où cependant l'on observe dans des centaines de stations, qu'il ne faut pas s'étonner si l'on ignore encore ce qui se passe au-dessus de nos têtes, où les observateurs sont rares. Toutefois la discussion des observations américaines vient de conduire M. E. Loomis à des résultats fort importants. Aux États-Unis, l'expérience de plusieurs années semble montrer que la loi des mouvements de l'air est la même à 1800 mètres qu'en bas : l'air se dirige encore, par exemple, vers les centres des basses pressions, et la composante centripète serait même plus nette qu'à la surface du sol. De plus, les mouvements de l'air à 1800 mètres d'altitude seraient en retard de plusieurs heures sur ceux que l'on observe dans les couches inférieures de l'atmosphère. Il ne faudrait pas toutefois se hâter de généraliser et d'appliquer prématurément à d'autres pays ces conclusions qui n'ont été vérifiées qu'en Amérique, et sont peut-être dues en partie à des conditions géographiques spéciales. Il y a là un problème dont la solution dépend de la création d'un nombre suffisant d'observatoires élevés.

IV.

Nous venons d'esquisser l'état actuel de nos connaissances sur la constitution des aires de hautes et de basses pressions. La question est importante sans doute, mais moins peut-être que celle qui nous reste à traiter, les déplacements de ces centres à la surface du globe. C'est en effet la connaissance des lois de ces déplacements qui forme la base de la prévision rationnelle du temps.

Les observations régulières que l'on possède ne permettent jusqu'à ce jour de suivre les mouvements de l'atmosphère que sur une région restreinte, comprenant les États-Unis d'Amérique, l'Atlantique nord et l'Europe ; encore cette étude n'est-elle guère possible si l'on remonte au delà des cinq dernières années, et les documents pour l'Atlantique sont-ils fréquemment, même aujourd'hui, d'une insuffisance notoire. Aussi ne doit-on pas s'étonner que nos connaissances sur les grands mouvements de l'atmosphère soient encore peu étendues.

Si l'on entre dans le détail des phénomènes, on trouve que rien n'est plus irrégulier que les routes suivies, *à la surface* du globe par les centres des basses pressions ; toutefois, à ne considérer que l'ensemble et en se tenant aux régions que nous avons énumérées plus haut, le mouvement des dépressions s'effectue d'une manière générale de l'ouest vers l'est, en inclinant plus ou moins vers le nord ou le sud. Les mouvements absolument contraires, de l'est vers l'ouest, bien qu'ils aient été observés, sont extrêmement rares. Quant aux centres de hautes pressions nous n'en parlerons pas ici, car nos connaissances à leur sujet sont encore beaucoup plus vagues. Leurs déplacements sont extrêmement irréguliers, et ne semblent pas s'effectuer chez nous dans la direction ouest-est ; quelquefois même ils restent stationnaires ou à peu près pendant de longues périodes de temps. Aussi est-on souvent porté à les considérer comme un phénomène à *part. Il ne* faudrait pas cependant généraliser trop vite d'après ce qui se passe en Europe, car aux États-Unis les aires de hautes pressions ont le plus souvent les mêmes allures que les dépressions ; leur étendue géographique est de même ordre et leurs déplacements se font avec la même vitesse et dans le même sens.

Comme nous l'avons dit plus haut, le mouvement des centres de basses pressions est dirigé en général, sous nos latitudes, de l'ouest vers l'est. Or les travaux de Maury et de M. Brault, basés sur les observations que l'on a pu recueillir en mer, ont montré d'une manière frappante que les vents les plus fréquents sont, aux latitudes moyennes, dirigés aussi précisément de l'ouest vers l'est. Cette coïncidence a été le point de départ d'une théorie très séduisante et qui est encore aujourd'hui très répandue, bien qu'elle ne paraisse plus rendre compte de tous les faits connus.

Dans cette théorie, les aires de hautes pressions formeraient comme des plateaux plus ou moins élevés, séparés par des courants aériens, sortes de fleuves charriant les dépressions comme nos cours d'eau portent des tourbillons qui se déplacent au fil du courant. Le mouvement tourbillonnaire qui constitue les dépressions prendrait naissance par le frottement du courant contre sa berge, représentée ici par la limite des hautes pressions. Dans la portion du tourbillon qui tourne dans le sens du courant, les vitesses du tourbillon et du courant s'ajouteraient, tandis qu'elles se retrancheraient dans la portion opposée, ce qui correspondrait au demi-cercle

maniable et au demi-cercle dangereux signalés dans les cyclones des Antilles. Enfin les longues périodes de beau et de mauvais temps, de chaleur ou de froid, trouveraient également dans cette théorie une explication aisée : il suffirait d'admettre que le lit des grands courants aériens vînt à se déplacer de temps à autre sous l'influence de causes quelconques dont quelques-unes pourraient même être extérieures à la terre.

Telle est à peu près la meilleure théorie que l'on ait proposée jusqu'ici pour rendre compte des mouvements généraux de l'atmosphère, et comme elle paraît assez bien, au premier abord, s'accorder avec les faits généralement connus, on s'explique facilement la faveur avec laquelle elle a été accueillie par le public et un grand nombre de météorologistes. Il n'est plus permis, toutefois, de se dissimuler que cette théorie est maintenant en contradiction avec des faits établis d'une manière certaine.

Nous avons indiqué plus haut que la rotation du vent autour des dépressions s'effectue constamment, dans nos latitudes, en sens inverse des aiguilles d'une montre; or si les dépressions pouvaient être assimilées à des tourbillons nés du frottement d'un courant contre les berges, on comprendrait malaisément pourquoi les bourrasques ne présenteraient pas indifféremment les deux rotations contraires, selon qu'elles auraient pris naissance contre l'une ou l'autre rive. A vrai dire pourtant, cette objection ne porte réellement que sur le mode de formation des bourrasques et non pas sur le reste de la théorie; mais il n'en est plus de même pour les considérations suivantes.

Une des conséquences de la théorie des courants est que dans la moitié des bourrasques où le mouvement tourbillonnaire et le mouvement général du courant sont de même sens (la partie méridionale pour nos parages), la vitesse du vent doit être plus grande que dans la moitié opposée. Or ce fait, qui a été surtout constaté dans quelques cyclones des régions tropicales, est loin d'être général pour les bourrasques des latitudes moyennes. Dans la plupart des cas, la violence du vent est la même au nord et au sud du centre et M. E. Loomis a même constaté en particulier qu'aux États-Unis, quand le vent n'est violent que d'un seul côté du centre, c'est précisément au nord, c'est-à-dire du côté où, d'après la théorie, il devrait être le plus faible. Le savant météorologiste américain signale ce fait comme étant absolument incompatible, suivant lui, avec la théorie des courants aériens.

Une autre objection non moins forte peut être tirée des changements perpétuels de vitesse et même de direction que l'on constate dans les mouvements des bourrasques. Telle dépression, venue rapidement du large, s'arrête subitement, reste stationnaire un jour ou deux, puis reprend tout d'un coup sa marche; quelquefois encore elle revient en partie sur ses pas. Il arrive même que des bourrasques se propagent absolument en sens inverse du mouvement général de l'atmosphère. Ce fait n'est pas rare dans la Méditerranée, et se produit fréquemment aussi, dans certaines saisons, sur l'Atlantique, au sud-ouest de l'Espagne; on y voit des dépressions remonter vers le nord-est, contre les alisés, un des courants aériens les plus nets que l'on puisse citer.

Contrairement à la même théorie, l'expérience montre qu'il n'existe aucune relation entre la vitesse du vent autour d'une dépression et la vitesse de déplacement du centre même de la dépression. Aux États-Unis, par exemple, la vitesse moyenne du déplacement est beaucoup plus grande qu'en Europe (42 kilomètres à l'heure au lieu de 25); cependant la vitesse moyenne du vent autour des dépressions y est plus faible d'un quart environ que celle que l'on relève de ce côté-ci de l'Atlantique. Cette vitesse moyenne dépasse en effet 18 kilomètres sur nos côtes, tandis qu'elle atteint à peine 14 kilomètres en Amérique. Enfin, on observe assez souvent encore des bourrasques qui se déplacent à raison de plus de 70 kilomètres à l'heure; une même a franchi 125 kilomètres dans le même temps; or en aucun point de la bourrasque la vitesse du vent n'a atteint ce chiffre, bien que, d'après la théorie, la vitesse du vent dans le demi-cercle dangereux doive être toujours supérieure à la vitesse du mouvement de translation.

V.

Il existe actuellement dans tous les pays un service météorologique chargé, entre autres travaux, de la prévision quotidienne du temps. Dans l'état actuel de nos connaissances, en partie à cause du peu de document certains que nous possédons, en partie à cause d'une situation géographique défavorable, cette prévision rationnelle du temps, basée sur l'observation seule, ne peut être faite à longue échéance pour les pays occidentaux de l'Europe. On est parvenu à ce que les chances de réussite atteignent une proportion de 75 à 80 pour 100, mais il faut se borner à annoncer le temps vingt-quatre heures à l'avance; c'est à peine si, dans les circonstances les plus favorables, la prévision peut embrasser deux jours.

Dans ces dernières années, on a cherché à sortir de ces limites et les journaux insèrent presque chaque semaine des annonces de tempêtes faites quatre ou cinq jours à l'avance. Comme on le sait, ces annonces émanent non d'un service météorologique régulier, mais des bureaux du *New-York Herald,* l'un des journaux les plus puissants d'Amérique, et le plus audacieux à coup sûr dans la recherche de la nouveauté. C'est le même journal qui, pour se procurer de véritables nouvelles, envoya un jour un de ses reporters, Stanley, retrouver Livingstone au centre de l'Afrique, et après la réussite de cette première mission, lui en confia une seconde, qui eut le même succès, celle de traverser dans toute sa largeur le noir continent. C'est encore le même journal qui aujourd'hui, reprenant à lui seul une tentative dans laquelle ont échoué les plus grandes puissances, arme un navire et le lance à la découverte du pôle Nord. Avec de tels antécédents, le *New-York Herald* a conquis assurément le droit que toutes les nouvelles tentatives qu'il fera dans l'ordre des sciences soient examinées avec soin et sans parti pris ; et, quelle que soit l'opinion que les météorologistes puissent avoir sur l'exactitude et l'utilité des annonces du journal américain,

ils doivent leur accorder les honneurs d'une discussion sérieuse.

Le principe des annonces du temps expédiées de New-York paraît bien simple : au moment où une bourrasque quitte les côtes d'Amérique, se dirigeant vers l'Europe, on détermine, au moyen des cartes simultanées faites trois fois par jour par le service météorologique officiel des États-Unis, la direction que prend le centre de la bourrasque, et sa vitesse moyenne; on en déduit l'endroit où elle abordera les côtes d'Europe, et l'époque probable de son arrivée. Ces premières indications sont modifiées, s'il y a lieu, au moyen de renseignements venus de Terre-Neuve et même d'Europe.

En général, le public semble accueillir favorablement les avertissements du *New-York Herald*. Cette confiance repose en partie sur le succès incontesté de quelques prévisions, en partie aussi sur un certain fond de crédulité, sur lequel peuvent toujours compter d'avance les prophètes quels qu'ils soient, pourvu qu'ils se présentent avec résolution et ne paraissent pas un seul instant douter d'eux-mêmes.

Il faut, du reste, remarquer que la vérification sérieuse de ces prévisions est absolument impossible pour la masse du public; on ne peut facilement constater que les insuccès évidents, noter par exemple les jours où une bourrasque annoncée ne répond pas à l'appel. Mais s'il en arrive une à un ou deux jours près du moment indiqué, cela ne peut pas encore être considéré comme une vérification rigoureuse; il faut encore prouver en effet que cette bourrasque est bien celle qui a été annoncée, et non une autre, passée inaperçue, et dont l'arrivée aurait coïncidé fortuitement avec l'époque prévue. Cette coïncidence fortuite est d'autant moins impossible que, dans certains moments, les bourrasques se succèdent à moins de vingt-quatre heures d'intervalle.

Le seul moyen de résoudre la question est de prolonger les cartes météorologiques sur l'Océan, au moyen des observations des navires, et de suivre pas à pas la marche et le développement des bourrasques. Ce travail a été fait séparément par M. E. Loomis, dont nous avons déjà souvent cité le nom, et par M. N. Hoffmeyer, directeur de l'Institut météorologique central du Danemark, à qui l'on doit justement la construction d'une belle série de cartes synoptiques quotidiennes entre l'Amérique et l'Europe. Les deux savants sont parvenus à des conclusions presque identiques.

D'après M. Loomis, 50 dépressions environ arrivent chaque année des États-Unis sur l'Atlantique, se dirigeant vers l'est. De ce nombre, 18 seulement aborderaient les côtes d'Europe, mais presque toutes passent bien au nord de l'Écosse; elles coupent en moyenne le méridien de Paris à la latitude de l'Islande. En résumé, quand un centre de basses pressions quitte les côtes des États-Unis, la probabilité qu'il parviendra directement sur un point quelconque des îles britanniques est seulement de un neuvième; celle qu'il donnera naissance à un coup de vent près des côtes anglaises est de un sixième; enfin la probabilité qu'il produira un vent *bon frais* dans la même région est de une demie. Pour la France, il faudrait, bien entendu, diminuer encore tous ces nombres.

Le travail de M. Hoffmeyer est beaucoup plus étendu, et l'auteur examine à un point de vue plus élevé la question générale du mouvement des bourrasques sur l'Atlantique; mais les conclusions ne diffèrent pas beaucoup, dans l'ensemble, de celles de M. Loomis. M. Hoffmeyer a considéré plus spécialement une période de 21 mois, où les observations recueillies en mer ont été particulièrement nombreuses. Pendant cette période, il a pu suivre la marche de 285 dépressions barométriques et a trouvé qu'au point de vue de leur origine elles se répartissaient de la manière suivante :

44 pour 100 ont traversé d'abord les États-Unis ou le Canada.

8 pour 100 arrivent par la baie de Baffin et le détroit de Davis ; elles proviennent donc des régions arctiques.

9 pour 100 se montrent pour la première fois *sur mer*, entre l'Amérique et les Açores, et viennent probablement des régions tropicales de l'Atlantique.

37 pour 100 se forment en plein Océan par la segmentation de dépressions déjà existantes.

2 pour 100 seulement, enfin, semblent s'être produites spontanément en mer, sans toutefois que cette origine puisse encore être considérée comme indiscutable.

Ces chiffres sont loin d'être favorables aux annonces du temps qui peuvent nous être faites d'Amérique. En effet, de toutes les bourrasques énumérées plus haut, la moitié seulement font sentir leurs effets jusqu'en Europe ; le reste meurt en route ou disparaît, par le nord de l'Islande, dans les régions arctiques.

Parmi les dépressions qui parviennent sur *nos côtes*, la moitié encore, comme on le voit par les chiffres qui précèdent, sont nées en mer soit spontanément, soit par la segmentation de bourrasques qui existaient antérieurement; elles ne se sont donc pas fait sentir en Amérique. On voit ainsi que, non seulement on ne peut nous annoncer d'Amérique que la moitié des tempêtes qui fondent sur nos côtes, mais que, de plus, la moitié des annonces ne seront pas vérifiées.

Ainsi se trouvent justifiées, au moins en plus grande partie, les conclusions suivantes que pose M. Hoffmeyer : « que l'itinéraire des perturbations en Amérique et le caractère qu'elles y possèdent ne sauraient fournir matière à des conclusions sérieuses relativement à leur itinéraire sur l'Atlantique et le caractère qu'elles y présentent; et enfin que, même en rapprochant les observations américaines de celles qui se font actuellement en Europe, on ne peut acquérir aucune notion solide sur ce qui a lieu ou se passera sur l'océan Atlantique ».

Il semble donc résulter de toute cette discussion que le seul moyen un peu sûr d'arriver pour le moment à prévoir plusieurs jours à l'avance les changements de temps dans nos pays, serait de développer le réseau des stations télégraphiques qui a déjà rendu possibles les prévisions pour vingt-quatre heures. Bien que la présence de l'Océan semble s'opposer à cette extension, ce n'est peut-être pas un obstacle absolument insurmontable. Dans peu d'années, sans doute, un câble réunira les Açores à l'Europe, et cette station avancée, à 1800 kilomètres au large du Portugal, rendra déjà

les plus grands services à la météorologie. Des communications rapides avec l'Islande et le Grœnland seraient plus utiles encore ; mais l'intérêt commercial qu'offrent ces régions est trop minime pour qu'on songe de longtemps à les relier électriquement à l'Europe. Nous croyons en tous cas, avec beaucoup de météorologistes, que c'est dans le développement des moyens rapides d'informations que la prévision du temps trouvera, pour le moment, ses plus grands éléments de progrès.

VI.

On voit, d'après ce qui précède, que la plupart des théories générales proposées jusqu'à ce jour en météorologie sont encore bien précaires et supportent mal une confrontation attentive avec les données de l'expérience.

Doit-on dès maintenant les répudier résolument, ou faut-il les conserver comme un bâton destiné à nous guider dans nos tâtonnements, et que l'on rejettera ensuite quand on verra poindre la lumière ? C'est à peu près la seule question qui reste en litige, car il est bien peu de météorologistes, même parmi ceux qui étaient autrefois les plus chauds partisans des théories, qui puissent s'en dissimuler aujourd'hui l'insuffisance. Mais on fait remarquer que souvent une théorie même inexacte n'est pas absolument incapable pour cela de rendre quelques services : en créant artificiellement un lien entre les phénomènes, elle pourrait peut-être conduire à de nouvelles découvertes. La même question a été posée maintes fois et suscitera probablement encore bien des discussions dans les divers ordres des sciences. Toutefois, il semble qu'en météorologie, au moins dans les conditions actuelles, une théorie inexacte offre des dangers particulièrement redoutables, et bien supérieurs aux avantages incertains qu'on en pourrait espérer.

Les travaux de météorologie générale reposent essentiellement, en effet, sur des cartes dont l'établissement ne pourra d'ici bien longtemps encore être fait d'une manière absolument certaine. Pour représenter avec les détails suffisants l'état de l'atmosphère sur un pays comme la France, on peut estimer qu'il faut environ une soixantaine de stations. Réduisons si l'on veut ce nombre au quart, même au dixième pour les pays plats et les mers. On voit que c'est par milliers que devraient être répandues les stations sur les continents, par centaines qu'il faudrait compter les navires qui observent à un instant donné sur la surface des mers. Or, sur les continents, même à nos portes, les lacunes sont souvent énormes ; quant aux mers, on peut dire que les observations y font à peu près entièrement défaut. Dans les journées les plus favorables, celles où les documents recueillis sont exceptionnellement nombreux, on n'arrive même pas à trouver sur l'Atlantique, au nord de l'Équateur, vingt navires qui observent en des points convenablement distribués, et encore leurs observations sont-elles souvent douteuses.

On conçoit aisément que dans ces conditions les cartes quotidiennes du temps, documents sur lesquels seront étayés tous les travaux ultérieurs, ne puissent pas être tracées sans qu'une interprétation arbitraire intervienne fréquemment pour combler les lacunes. Or, c'est dans la construction de ces cartes qu'une théorie préconçue exercerait une influence funeste. On se laisserait aller aisément et d'une manière inconsciente à combler les lacunes et à interpréter les cas douteux dans le sens de la théorie, et celle-ci, prenant plus d'autorité à mesure que les cartes sembleraient la justifier davantage, contribuerait non seulement à répandre l'erreur, mais rendrait même impossible la recherche de la vérité. Il n'y aurait qu'à rejeter simplement les documents amassés de la sorte, et à passer l'éponge sur le travail de longues années.

La tâche qui s'impose donc avant tout aujourd'hui aux météorologistes désireux de faire progresser la science est de réunir des documents dont la valeur soit discutée sérieusement et indépendamment de toute idée théorique. Il y a dans cette voie un travail énorme à faire, et sans lequel on ne peut espérer aucun progrès certain, travail peu brillant sans doute, mais qui doit précéder toute théorie viable. Le développement de la météorologie est soumis aux mêmes lois que celles qui régissent les autres sciences, l'astronomie par exemple, et on ne doit pas oublier qu'il a fallu des siècles d'observations patientes avant que les mouvements des corps célestes aient pu être ramenés à des lois simples, et contenus tout entiers dans la formule de la gravitation universelle.

A. Angot.

HISTOIRE DES SCIENCES

La pharmacie militaire française, de 1630 à 1880.

I.

« La médecine, la chirurgie et la pharmacie étaient dans l'origine un seul et même art exercé par les mêmes hommes ; mais lorsque l'art de guérir fit des progrès, on fut obligé de le diviser en plusieurs branches afin de le conduire à la perfection dont il est susceptible. Dès que la pharmacie devint une profession séparée, on sentit la nécessité de la soumettre à des lois sages et invariables. Tous les gouvernements ont étendu leur sollicitude sur un objet qui intéresse si essentiellement la santé et la vie des hommes. En France, Charles VIII et ses successeurs jetèrent les premiers fondements de la police de la pharmacie ; mais ce ne fut que sur la fin du règne de Louis XIII que cette partie de notre législation acquit quelque fixité (1). » A cette époque, Richelieu, reprenant l'organisation de l'hôpital ambulant (ambulance) créé par Sully pendant le siège d'Amiens, venait de doter l'armée de son premier hôpital sédentaire (hôpital de Pignerol). C'est là que l'on voit apparaître pour la première fois la médecine et

(1) Extrait du rapport de Carret (du Rhône) sur l'organisation de la pharmacie. (Séance du Tribunat du 19 germinal an XI.)

la pharmacie dans l'armée, et à ce titre, le document suivant cité par Gama (1) présente quelque intérêt.

Estat des officiers retenus pour l'hospital de l'armée du Roy destinée pour servir en Italie, à chacun desquels seront payez par mois les appointemens qui en suyvent à commencer du 1er janvier de la présente année 1630 :

Médecins.

Au sieur Cytois, médecin du Roy, par mois	150	livres.
Au sieur de Mallebranche, autre médecin de Sa Majesté	150	—
Au sieur Bertault, autre médecin du Roy	150	—

Chirurgiens.

A N. Bertereau, premier chirurgien du dit hospital, par mois	120	livres.
A Gilles Vivant, autre chirurgien	100	—
A Pierre Leroy, *idem*	100	—
A Jacques du Laurent, *idem*	100	—
A N. La Jarry, *idem*	100	—

Apoticaires

A N. Perdreau, apoticaire du dit hospital, par mois	100	livres.
A N. Laforest, *idem*	100	—

Fait à Lyon, le 29e jour de janvier 1630.

Signé : Le cardinal de Richelieu.

Si de fait la pharmacie militaire existait en 1630, il faut aller jusqu'à Louvois et même au delà pour trouver, avec une organisation régulière des hôpitaux militaires, ses attributions nettement définies.

Le règlement du 20 décembre 1718 *que le Roy veut estre observé à l'avenir dans les hôpitaux de ses troupes* s'étend, avec beaucoup de détails, sur les fonctions des médecins, chirurgiens et apothicaires. Suivant les préjugés du temps, les trois professions y sont traitées différemment : la médecine a la suprématie sur ses deux rivales. Avant d'être admis dans un hôpital, le chirurgien-major et l'apothicaire-major, de même que les médecins secondaires, devaient justifier de leurs connaissances devant le premier médecin qui leur faisait subir un examen.

Le recrutement n'avait rien de régulier; il se faisait d'après les besoins, souvent même parmi des hommes complètement étrangers aux traditions du service hospitalier. On comprend que la faveur devait y jouer le plus grand rôle.

Dans les Ordonnances et Règlements postérieurs à 1718 les situations apparaissent plus nettes. Les chirurgiens et les apothicaires qui étaient primitivement à la solde *des entrepreneurs des hôpitaux* passent *au compte du roi.*

Il est établi des *Formules de pharmacopée pour les hôpitaux militaires du roi avec l'état des drogues qu'il faut approvisionner* (1747). Des élèves surnuméraires ayant au moins trois années de stage chez un maître en chirurgie ou chez un maître en pharmacie remplacent les anciens garçons chirurgiens et apothicaires, hommes sans éducation qui végétaient dans les hôpitaux sans espoir d'arriver à aucun grade.

Des *amphithéâtres* (écoles du service de santé) sont créés à Strasbourg, Metz et Lille avec des charges spéciales de médecins-professeurs, de chirurgien-major et d'apothicaire-major démonstrateurs *pour former en médecine, en chirurgie et en pharmacie des officiers de santé pour le service des armées* (1775).

Les places commencent à être données au concours. L'avancement se fait d'une façon moins arbitraire, mais toujours avec une extrême lenteur, les titulaires prolongeant aussi longtemps que possible la durée de leur service. Toutefois les grades ne paraissent point nettement déterminés et la hiérarchie reste confuse; c'est ainsi qu'autour de l'apothicaire-major on voit tantôt des *aides-majors*, tantôt des *sous-aides*, des *élèves surnuméraires portant l'uniforme* ou des *élèves apothicaires.*

En 1777, il est question d'un *apothicaire-major des camps et armées pour l'analyse des remèdes*, et plus tard, d'un *vérificateur des pharmacies* auquel il est enjoint « d'entretenir une correspondance régulière avec tous les apothicaires en chef du royaume et des armées; de faire des tournées annuelles pour inspecter les pharmacies; de remettre au conseil d'administration des hôpitaux (1), de trois mois en trois mois, les états de consommations et d'approvisionnement de chaque hôpital et d'analyser les remèdes douteux ou nouveaux (Ordonnance de 1780). »

Quant aux inégalités professionnelles signalées au début, elles persistent, mais à un moindre degré. La chirurgie, forte par le nombre, par ses études, par ses relations plus intimes avec l'armée et par les grands noms de Petit, de Louis et de Lapeyronie, lutte sans relâche contre les tendances autoritaires de la médecine et arrive presque à marcher de pair avec elle. La pharmacie, qui n'a pour elle ni le nombre ni un contact aussi direct avec l'armée, paraît indifférente à ces luttes; elle est subordonnée à la médecine et à la chirurgie, mais elle commence à se faire connaître du monde savant. C'est du laboratoire d'un apothicaire-major que sortent, en 1774, trois ans avant les travaux de Lavoisier, ces *essais d'expériences sur les précipités mercuriels* (2) qui vont détruire la doctrine Stahlienne et jeter la chimie dans des voies nouvelles. C'est par là qu'elle prépare son émancipation. Elle ne l'acquerra, comme la chirurgie, qu'en 1792. « Il fallut une révolution, dit à ce propos le médecin-inspecteur Bégin, pour établir une égalité parfaite entre des sciences qui doivent se prêter un appui mutuel et qui concourent ensemble, quoique par des procédés divers, au même but, et pour faire comprendre que tous les services rendus à l'humanité, comme tous les travaux qui agrandissent le domaine de l'intelligence, sont également honorables (3) ».

(1) Gama, *Esquisse historique du service de santé militaire*, p. 88. Paris, Baillière, 1841.

(1) Ce conseil d'administration établi près du ministre de la guerre et sous ses ordres était composé d'un commissaire ordonnateur, intendant des armées, et de deux médecins inspecteurs généraux.

(2) Bayen, *Essais d'expériences sur les précipités mercuriels, dans la vue de découvrir leur nature.* (Quatre mémoires dans le *Journal de physique*, 1774-1775.)

(3) Bégin, *Études sur le service de santé militaire*, p. 16. Paris, Baillière, 1849.

II.

Nous arrivons à la Convention nationale.

« Les hôpitaux militaires sont mis en régie au compte de la nation ».

« Les militaires de toutes armes, ainsi que les citoyens employés au service des armées, seront traités, dans leurs maladies, aux frais du trésor public sous la seule réduction de la retenue opérée sur leur solde, en proportion de leur grade ».

« Il est attaché à chaque armée un premier médecin, un premier chirurgien et un pharmacien principal — et à chaque hôpital un médecin en chef, un chirurgien en chef et un pharmacien en chef qui ont, chacun dans leur partie, la police et la surveillance des officiers de santé leurs collaborateurs. Ceux-ci seront partagés en trois classes et traités, tant pour le numéraire que pour les indemnités, comme les officiers auxquels ils sont assimilés, savoir : les médecins, chirurgiens et pharmaciens en chef d'armée aux généraux de brigade ; les médecins, chirurgiens et pharmaciens de la première classe aux chefs de brigade ; les médecins, chirurgiens et pharmaciens de la deuxième classe aux capitaines ; les médecins, chirurgiens et pharmaciens de la troisième classe aux lieutenants. »

« Il est créé un Conseil de santé composé de trois médecins, trois chirurgiens et trois pharmaciens chargés d'indiquer toutes les précautions propres à préserver la santé des troupes ; d'inspecter les officiers du service de santé ; d'encourager leurs recherches scientifiques ; de fournir au ministre de la guerre tous les renseignements pouvant l'éclairer sur le choix et la nomination de ces officiers aux divers grades ; de visiter le magasin général des médicaments de Paris ; de diriger, par une correspondance suivie, les cours d'instruction établis dans les hôpitaux militaires du Val-de-Grâce, de Lille, de Strasbourg et de Toulon. »

Tels sont les articles les plus saillants des lois et décrets de 1792 à 1794 relatifs à la médecine, à la chirurgie et à la pharmacie dans l'armée.

Ces dispositions libérales eurent pour résultat d'imprimer de suite au service de santé, et en particulier à la section de pharmacie représentée au Conseil de santé par Bayen, Parmentier et Pelletier, un surcroît d'activité dont on retrouve les traces dans les écrits scientifiques du temps.

Il n'y a pas encore de cadres réguliers. L'effectif est variable suivant la force des armées ; l'avancement a lieu exclusivement au choix ; le recrutement se fait par la conscription, par des appels successifs, quelquefois même par des réquisitions.

On peut avoir une idée de la répartition du personnel de santé pendant les guerres de l'Empire en parcourant la *Situation de la grande armée au 15 juin* 1812, telle qu'elle est donnée par M. le colonel Pierron d'après les archives du dépôt de la guerre (1).

(1) Pierron, *les Méthodes de guerre actuelle*, t. II, p. 1517 et 1518.

Le service de santé attaché *à l'administration du quartier impérial* comprenait un médecin, deux chirurgiens-majors et un pharmacien-major. Le service de santé appartenant *à l'administration générale de l'armée :*

Un médecin en chef et trois médecins.

Un chirurgien en chef, quatre chirurgiens-majors, quatre aides, seize sous-aides.

Un pharmacien en chef, trois pharmaciens-majors, trois aides, six sous-aides.

Deux régisseurs généraux des hôpitaux.

Un garde-magasin général, un caissier, deux économes, seize commis et deux ouvriers.

III.

A la Restauration, après le licenciement général de l'armée, le service de santé est de nouveau réorganisé. Les hôpitaux d'instruction, supprimés depuis 1804 sont rétablis (1816) ; le Conseil de santé est ramené à trois membres qui prennent le titre de médecin-inspecteur, de chirurgien-inspecteur et de pharmacien-inspecteur. Enfin, il est créé un cadre permanent d'officiers de santé (1824) qu'une ordonnance de 1836 répartit ainsi :

Médecins	Inspecteurs	2
	Principaux	8
	Ordinaires	53
	Adjoints	24
Chirurgiens	Inspecteurs	2
	Principaux	13
	Majors	233
	Aides-majors	374
	Sous-aides	410
Pharmaciens	Inspecteurs	1
	Principaux	8
	Majors	27
	Aides-majors	59

Par suite des exigences de la guerre d'Afrique, ce personnel, en 1841, est porté de 1213 à 1377 officiers dont :

1 pharmacien inspecteur.
5 pharmaciens principaux de 1re classe.
5 — de 2e classe.
12 pharmaciens majors de 1re classe.
24 — de 2e classe.
22 pharmaciens aides-majors de 1re classe.
44 — de 2e classe.

Dans ces tableaux, on ne voit plus de pharmaciens sous-aides. Ils avaient été supprimés en 1836 et depuis, pour être nommé dans la médecine ou la pharmacie, on devait passer par le grade de chirurgien sous-aide. On espérait, par un recrutement uniforme, arriver à la fusion des trois professions. Les résultats, pour la pharmacie, en ont été en général déplorables (1) et il a fallu, pour relever ce service, rentrer dans les termes de la loi, c'est-à-dire n'admettre à exercer la pharmacie dans l'armée que des officiers de santé pourvus

(1) Roucher, *Du service de la pharmacie militaire*, p. 4. Paris, Baillière, 1871.

du diplôme de pharmacien de première classe et préparés, dès le début de leur carrière, aux études théoriques et pratiques que réclament leurs fonctions.

C'est ce que fit le décret de 1852.

Avant d'en parler, nous devons dire un mot du décret de 1848 bien qu'il ne fut jamais appliqué. Les trois sections de médecine, de chirurgie et de pharmacie étaient conservées et la hiérarchie dans chaque section était la suivante :

Élève sous-aide assimilé à sous-lieutenant;
Sous-aide assimilé à lieutenant;
Aides-majors de première et de deuxième classe assimilés aux capitaines;
Majors de première et de deuxième classe assimilés aux chefs de bataillon;
Principal, assimilé à lieutenant-colonel;
Principal-inspecteur, assimilé à colonel;
Inspecteur général assimilé à général de brigade.

Par le décret de 1852 qui est toujours en vigueur, le corps de santé de l'armée de terre est partagé en deux sections comprenant des docteurs en médecine chargés, sans distinction de profession, de l'exercice de la médecine et de la chirurgie dans l'armée et de pharmaciens de première classe chargés de l'exercice de la pharmacie. Ces sections sont parallèles et indépendantes l'une de l'autre. Elles sont ainsi constituées :

	Médecins.	Pharmaciens.
Inspecteurs, assimilés aux généraux de brigade. . .	7	1
Principaux de 1re classe, assimilés aux colonels. . .	40	5
— de 2e classe, assimilés aux lieutenants-colonels.	40	5
Majors de 1re classe, assimilés aux chefs de bataillon	260	36
— de 2e classe, assimilés aux capitaines. . . .	300	42
Aides-majors de 1re classe, assimilés aux lieutenants	400	55
— de 2e classe, assimilés aux sous-lieutenants.	100	15

Après un stage d'un an au Val-de-Grâce on arrive, par le concours, au grade d'aide-major de deuxième classe, puis par le choix et l'ancienneté jusqu'au grade de major de première classe, et par le choix seul aux grades supérieurs.

La section de chirurgie a disparu, mais on retrouve toujours en présence, comme par le passé, les trois professions rivales. Les chirurgiens semblent même avoir pris la prépondérance (1). La pharmacie a conservé l'égalité qu'elle a conquise par son travail. Son rôle s'est accru avec les progrès de la science. Elle exécute, avec les prescriptions médicales, les essais et les analyses demandés par les médecins; elle surveille la réception des denrées dans les hôpitaux; elle approvisionne en médicaments les infirmeries régimentaires et vétérinaires; elle a sa place marquée dans les conseils de guerre et dans les hautes commissions qui dépendent du ministère de la guerre (commission d'hygiène hippique, commissions des subsistances, de l'habillement, du campement, etc.).

Aux armées, où on la trouve payant son tribut comme la médecine (elle perdit en Crimée le 1/5 de son effectif, 8 sur 40), ses attributions sont également multiples et ne se bornent pas au seul service de l'ambulance.

Dans chaque division, un pharmacien militaire assisté d'un maréchal des logis ou brigadier de gendarmerie et de deux gendarmes est chargé de faire inopinément des tournées générales ou partielles pour apprécier la qualité des liquides et des comestibles débités par les marchands, vivandiers et cantiniers : il fait répandre ou enfouir ceux qui sont reconnus susceptibles de porter atteinte à la santé des troupes (1).

Quant aux vieilles luttes professionnelles, si elles sommeillent ou paraissent momentanément éteintes *entre médecins* et chirurgiens, on est obligé de reconnaître qu'il n'en est pas de même pour les pharmaciens (2). Certains esprits, dans le but d'arriver à une autonomie médicale qui serait plus apparente que réelle, projettent aujourd'hui de les remettre en tutelle. Pour étayer leur thèse, ils vont chercher des comparaisons dans les armées étrangères. Ils oublient cette brillante période de 1792 à 1796, où le Conseil de santé des armées de France, composé d'hommes qui s'appelaient Coste, Biron, Daignan, Antoine Dubois, Heurteloup, Saucerotte, Bayen, Parmentier et Pelletier (3), communiquait directement avec les pouvoirs publics et avait la haute main sur tout ce qui intéresse la santé des troupes. Ils oublient que c'est en parlant de cette époque où les trois sections de santé jouissaient de la plus parfaite égalité que Gama, inspecteur du service de santé militaire, disait cinquante ans plus tard : « jamais l'accord qui existait entre les officiers de santé des différents grades n'était troublé, jamais subordination ne fut plus parfaite que celle qu'ils observaient, sans nulle contrainte, même dans les plus nombreuses réunions des grands services (4) ».

IV.

On a fait allusion plus haut à la part active prise par Bayen à la découverte de l'oxygène. Il serait facile de suivre, à travers la science, le sillon tracé par nos pharmaciens militaires depuis la formation de l'ancien *Collège de pharmacie* (5)

(1) Les quatre médecins inspecteurs qui, avec le pharmacien inspecteur, forment aujourd'hui le Conseil de santé, sont des chirurgiens.

(1) Art. 532 du décret de 1854, sur le service de la gendarmerie.

(2) Voir dans le *Bulletin de l'Académie de médecine* de 1873 la discussion sur les rapports à établir entre la médecine et la pharmacie dans l'armée, discussion à la suite de laquelle la fusion de la médecine et de la pharmacie est rejetée de même que la subordination de la pharmacie à la médecine.

(3) On remarquera dans cette liste quelques noms qui n'appartiennent pas à l'armée. La Convention avait en effet décrété que dans chaque section du Conseil de santé une place sur les trois pouvait être donnée à un membre civil. Il n'est pas indifférent de rappeler le fait, aujourd'hui que l'on voit reparaître l'élément civil dans nos grandes commissions militaires. (Comité consultatif des poudres et salpêtres, commission d'hygiène hippique, commission de télégraphie militaire, commission des substances explosives, etc.)

(4) Gama, *loc. cit.*

(5) Le Collège de pharmacie de Paris, qui compte dès l'origine des pharmaciens militaires parmi ses membres, est aujourd'hui la So-

jusqu'à nos jours. On pourrait établir longuement que c'est aux pharmaciens militaires travaillant pour l'armée, souvent en vertu d'ordres spéciaux émanant directement du ministre de la guerre (1) que l'on doit les essais qui ont préludés à la découverte de la quinine (2) et les recherches les plus approfondies sur les eaux, les blés, les farines (3), les vêtements (4), les étamages et autres sujets qui touchent essentiellement à l'hygiène du soldat. On prouverait tout aussi facilement qu'on leur doit en grande partie ces procédés de mouture perfectionnés, qui ont fait de la France le premier pays du monde pour l'extraction de la farine et la confection du pain (5).

Les limites que nous nous sommes assignées ne nous permettent pas d'insister ici sur le tribut apporté par les pharmaciens militaires à la pharmacie et aux différentes sciences (6). Qu'il nous suffise de rappeler que la pharmacie militaire a donné un membre à l'ancienne Académie des sciences, Cadet de Gassicourt (1); trois membres à l'Institut, Bayen, Parmentier et Sérullas (2) et à l'Académie de médecine, Cadet-de-Vaux (3), Pierre Boudet (4), Virey, Laubert, Lodibert, Fée et Poggiale.

Citons encore après ces noms : Jaussein dont les *Mémoires sur l'île de Corse* (5) sont toujours consultés avec intérêt; Nestler, un botaniste dont s'honore l'Alsace; Rouyer, membre de la Commission des sciences et des arts pendant l'expédition d'Égypte (6); Tripier, qui le premier découvre l'arsenic dans les eaux (7); Millon, proposé à trente ans, sur la même liste que MM. Péligot, Frémy et Cahours pour remplacer Darcet à l'Académie des sciences; Monsel qui fait connaître les propriétés hémostatiques des sels de peroxyde de fer (8); Fégueux, l'un des membres de la commission scientifique du Mexique; Commaille, l'élève et le collaborateur de Millon, et Roucher mort récemment.

Tous ces noms appartiennent au passé. S'il était permis d'interroger le présent, on y trouverait des preuves que la pharmacie militaire n'est pas indigne de ce passé. « — Je ne saurais trop faire l'éloge des pharmaciens actuels de notre armée », disait récemment le Président du Conseil de santé (9), avec l'autorité qui s'attache à son nom et à ses hautes fonctions.

Et pour l'avenir, on peut bien espérer encore des concours d'admission plus sévères, de l'importance tant accrue dans ces dernières années des études pharmaceutiques, enfin du travail et des succès à l'École supérieure de pharmacie de Paris des jeunes élèves du service de santé.

---

ciété de pharmacie. — Le document suivant, qui s'y rapporte, nous paraît curieux à mentionner : « Je ne m'étendrai pas sur les bienfaits que l'art de guérir doit à cet établissement; je dirai seulement que le Collège de pharmacie de Paris est la seule société savante qui ait traversé la Révolution sans en éprouver les outrages. Il est resté debout au milieu des ruines, et tandis que les factieux mettaient la patrie en lambeaux et renversaient les monuments du génie, les pharmaciens de Paris perpétuaient la science et conservaient parmi nous son feu sacré. Je me plais à leur payer ici le juste tribut d'éloges que mérite un si noble dévouement. » (Carret, Extrait du procès-verbal de la séance du Tribunat du 19 germinal an XI.)

(1) Telle est l'origine des travaux qui suivent : *Analyse des eaux de Bagnères-de-Luchon*, par Bayen. (*Recueil d'observations de médecine*, par Richard, t. II, 1772.) — *Analyse des eaux sulfureuses d'Amélie-les-Bains*, par Poggiale. Paris, 1858. — *Recherches sur les eaux des casernes, des forts et des postes-casernes des fortifications de Paris*, par le même. Paris, 1853. — *Rapport sur les sangsues d'Afrique comparées à celles de France*, par Tripier et de Quatrefages. Paris, 1857. — *Étude sur la composition des vases en étain du service des hôpitaux militaires*, par Roussin. Paris, 1865.

(2) Laubert, *Recherches botaniques, chimiques et pharmaceutiques sur les quinquinas; Quelques essais sur la racine de quinquina. Mém. de méd. et de pharm. militaires*, 1re sér. t. II, IV et V.)

(3) Parmentier, *Expériences relatives à l'analyse des blés et des farines*, Paris, 1781. *Mémoire sur le pain des troupes lu à l'Institut le 21 brumaire an V.* — Millon, *De la proportion d'eau et de ligneux contenue dans le blé et dans ses principaux produits; De la composition des blés; De la classification des blés; Des phénomènes qui se produisent au contact de l'eau et du blé et de leurs conséquences industrielles; Influence du lavage des blés, sur les qualités du son, de la farine et du pain; Sur la décortication du blé; Sur le gluten du blé*, etc. (Mémoires insérés dans les *Comptes rendus de l'Acad. des sciences* de 1849 à 1855.) — Poggiale, *Du pain de munition distribué aux troupes des puissances européennes et de la composition chimique du son*, Paris, 1854; *Recherches sur la composition chimique et les équivalents nutritifs des aliments de l'homme*, Paris, 1856.

(4) Coulier, *Expériences sur les étoffes qui servent à confectionner les vêtements militaires*, Paris, 1858.

(5) Voir L. de Lavergne, *la Société d'agriculture*. (*Revue des Deux-Mondes*, 1859.)

(6) *Traité de pharmacie théorique et pratique*, par Virey, ancien pharmacien en chef de l'hôpital militaire de Paris. 1815, 2 vol. — Fée, *Cours d'histoire naturelle pharmaceutique*, Paris, 1828, 2 vol. — Dieu. *Traité de matière médicale et thérapeutique*, précédé de considérations générales sur la zoologie et suivi de l'histoire des eaux minérales, Paris, 1847-1852, 5 vol. — Millon, *Éléments de chimie organique comprenant les applications de cette science à la physiologie animale*, Paris, Baillière, 1848, 2 vol.

(1) Cadet de Gassicourt, apothicaire-major des Invalides et des armées françaises en Allemagne et en Portugal, *Mémoire sur la terre foliée de tartre; Expériences et observations sur le diamant* avec Macquer et Lavoisier. (Voir *Journal des savants*, de 1757 à 1775.)

(2) Sérullas. Son œuvre est étroitement lié à l'histoire de la chimie, de 1817 à 1831. Il convient ici d'insister plus particulièrement sur ses dangereuses expériences *Sur les corps explosibles, Sur le moyen d'enflammer les poudres sous l'eau*, etc.

(3) Cadet de Vaux, pharmacien en chef des Invalides, puis du Val-de-Grâce, *Observations sur les fosses d'aisances* (avec Parmentier et Laborie), Paris, 1778. — *Avis sur les blés germés*, Paris, 1782. — *De l'économie alimentaire du peuple et du soldat*, Paris, 1814.

(4) P. Boudet, pharmacien en chef de l'armée d'Egypte, *Notice historique sur l'art de la verrerie né en Égypte; Notice sur la préparation des peaux en Égypte*, etc. (in *Recueil des observations faites pendant l'expédition d'Égypte*, t. II).

(5) Jaussein, apoth.-major de l'armée expéditionnaire en Corse, *Mémoire sur l'île de Corse*, Lausanne, 1758, 2 vol.

(6) Rouyer, *Notices sur les médicaments usuels des Égyptiens*, avec un *Catalogue des drogues simples; sur les embaumements des anciens Égyptiens. — Description de plusieurs fours à poulets observés au Caire et des procédés que l'on y met en usage* (in *Rec. des obs. faites en Égypte*, t. I).

(7) *Notes sur les dépôts formés par les eaux thermales d'Hammam-Meskoutine, en Algérie.* (*Mém. de médec. et de pharmac.*, 1re série, t. XLVI.)

(8) *Propriétés hémostatiques du sulfate de peroxyde de fer.* (*Id.*, 2e série, t. XVII.)

(9) Chambre des députés. — Annexe n° 2004. — Séance du 11 décembre 1879. — Procès-verbaux de la commission chargée d'examiner le projet de loi sur l'administration de l'armée.

Nous terminerons là cette étude, nous étant interdit toute incursion sur le terrain de l'actualité : notre but a été simplement d'exposer en quelques lignes l'historique d'un corps trop peu connu. On appréciera si les récentes attaques dirigées contre la pharmacie militaire sont justifiées et s'il convient d'amoindrir la valeur scientifique des pharmaciens de l'armée en les subordonnant et les faisant des *agents du service médical*. On décidera si le moment est bien choisi, aujourd'hui surtout que le département de la guerre, dont la responsabilité envers les familles n'a fait que grandir par la participation de tous à la défense, a le plus besoin d'attirer et de conserver, dans tous les services, des auxiliaires instruits et éprouvés.

BALLAND.

PHYSIQUE

Théorie scientifique des couleurs (1).

THÉORIE DE YOUNG ET DE HELMHOLTZ.

Tous les peintres savent qu'avec un très petit nombre de matières colorantes on peut arriver à représenter toutes les couleurs d'une manière satisfaisante. Il suffit pour cela de trois poudres colorées, l'une rouge, l'autre jaune, et la troisième bleue : par exemple, de la laque cramoisie, de la gomme-gutte et du bleu de Prusse. Le rouge et le jaune mêlés en différentes proportions donneront diverses nuances d'orangé et de jaune orangé ; le bleu et le jaune fourniront toute une série de verts ; le rouge et le bleu, toutes les teintes pourpres et violettes. Il y a des peintres à l'aquarelle qui ne se sont servis que de ces trois couleurs, en y ajoutant du noir de fumée pour les assombrir et obtenir les bruns et les gris. Or, bien qu'il ne soit pas possible d'avoir ainsi une représentation aussi brillante des teintes de la nature qu'avec une palette moins économique, cependant on peut réellement produire de cette manière des équivalents plus ou moins satisfaisants. Il y a des siècles que ces faits sont connus des peintres, et ils ont servi de base à la théorie dite des trois couleurs primitives — rouge, jaune et bleu. Le plus célèbre défenseur de cette théorie dans les temps modernes a été David Brewster, si justement renommé pour ses belles découvertes en optique. Il soutenait qu'il y a trois sortes de lumières primitives ou fondamentales, la rouge, la jaune et la bleue, et que leur mélange en diverses proportions donnait toutes les autres espèces de lumière colorée, comme nous venons de le dire pour les matières colorantes. Brewster croyait en effet avoir démontré l'existence dans le spectre lui-même de ces trois sortes de rayons fondamentaux, et aussi l'absence de toutes les autres; et pendant plus de vingt ans sa grande réputation fit adopter cette manière de voir par presque tous les physiciens. Airy, Melloni et Draper furent les seuls opposants. Cette théorie de l'existence de trois sortes de lumière fondamentale, rouge, jaune et bleue, se retrouve dans tous les traités de physique, sauf les plus modernes, et a été adoptée par presque tous les peintres. Cependant il ne serait pas difficile de faire voir qu'elle est tout à fait dénuée de fondement. Si nous envisageons la question à un point de vue théorique, nous ne tardons pas à conclure que ce ne peut être la vérité, parce que la couleur n'existe pas en dehors de nous, et n'est qu'une simple sensation, qui varie avec la longueur de l'onde à laquelle elle est due. En dehors de nous, la lumière ne consiste qu'en ondes, les unes longues, les autres courtes, c'est-à-dire en simple mouvements mécaniques, de sorte que la théorie de Brewster reviendrait à dire qu'il n'y a dans le spectre que trois sortes d'ondes, de trois longueurs différentes, et nous savons qu'il n'en est pas ainsi. Si nous étudions la question par la voie expérimentale, nous n'arrivons pas à un meilleur résultat. D'après la théorie dont il s'agit, la lumière verte provient du mélange de la lumière bleue et de la lumière jaune. Pour vérifier ce point, on peut se servir des disques colorés de Maxwell. Un disque circulaire, peint en jaune de chrome et fendu suivant un de ses rayons, doit être combiné avec un

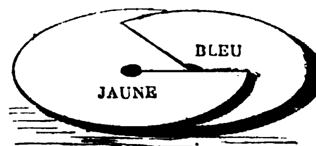


Fig. 40. — Disques de Maxwell. Disque bleu et disque jaune au moment où on les combine.

autre disque également fendu et peint en bleu d'outremer. La figure 40 montre les disques séparés, et la figure 41 les montre combinés. Si maintenant on fait tourner très rapidement le disque composé, les deux sortes de lumière colorée se mélangeront, et l'on pourra étudier la teinte qui en ré-

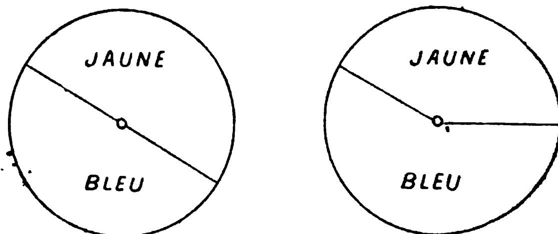


Fig. 41. — Disque bleu et disque jaune combinés.

sultera. Ce ne sera pas du vert, mais bien un gris jaunâtre ou rougeâtre, suivant les proportions des deux couleurs mélangées. Ces disques de Maxwell sont disposés d'une manière ingénieuse, de manière à permettre à l'expérimentateur de mélanger les deux couleurs en toute proportion ; mais de

(1) Cet article est extrait de la *Théorie scientifique des couleurs et leurs applications à l'art et à l'industrie*, qui est sur le point de paraître dans la *Bibliothèque scientifique internationale*.

quelque manière que nous fassions varier ces proportions, il est impossible d'obtenir pour résultante une teinte verte, ni même rien qui en approche. Il y a une autre manière de faire cette expérience : c'est simplement de prendre un morceau de verre à vitre de bonne qualité, comme l'ont fait Lambert et Helmholtz. La figure 42 représente le petit appa-

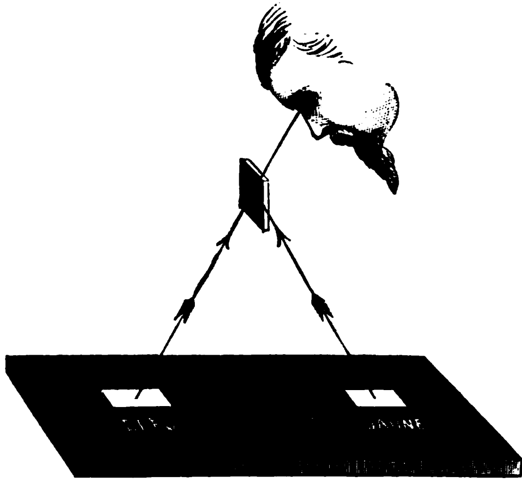


Fig. 42. — Appareil de Lambert pour le mélange de la lumière colorée.

reil dont ils se sont servis. Le verre est soutenu dans une position verticale à environ 25 centimètres au-dessus d'une planchette peinte en noir, et les papiers colorés se trouvent chacun d'un côté du verre. L'opérateur regarde directement le papier bleu à travers le verre, et voit indirectement et par réflexion sur le verre la lumière partie du papier jaune. Il voit donc les deux images surperposées, comme l'indique la figure 43. On peut toujours faire varier à volonté la lumino-

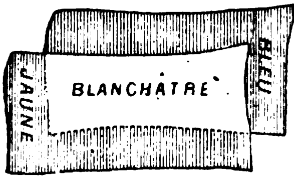


Fig. 43. — Résultat donné par l'appareil de Lambert.

sité ou l'éclat relatif des deux images : par exemple, en éloignant les deux papiers l'un de l'autre, on fera prédominer le bleu, et, en les rapprochant, on produira l'effet inverse. De cette façon, on pourra faire passer la teinte résultante par un grand nombre de nuances, et ces nuances seront tout à fait d'accord avec celles qu'on a obtenues avec les deux disques circulaires ; quant au vert, il ne se montrera pas plus que précédemment. Helmholtz a étudié cette question encore plus à fond, et a examiné les teintes que l'on obtient en combinant ensemble les couleurs pures du spectre. L'expérience suivante, qui est facile à faire, pourra nous donner une idée de la manière de procéder en pareil cas. On prend un écran de carton noirci, dans lequel on a pratiqué deux fentes étroites, disposées comme le représente la figure 44. Par ces deux fentes on fait arriver la lumière qui entre par une fenêtre, de manière qu'elle tombe sur un prisme de verre que l'opérateur tient juste devant son œil, et à environ un mètre des fentes. Chaque fente fournit naturellement un spectre



Fig. 44. — Deux fentes disposées de manière à mélanger deux spectres.

prismatique, et, par suite de la disposition des fentes, les deux spectres empiètent l'un sur l'autre, comme l'indique la figure 45, qui représente l'espace rouge d'un des spectres tombant sur l'espace vert de l'autre. En éloignant ou en rapprochant les fentes l'une de l'autre, on peut arriver à mé-

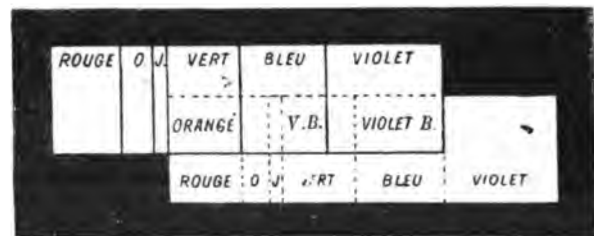


Fig. 45. — Deux spectres empiétant l'un sur l'autre : le rouge et le vert sont mélangés de même pour le violet et la bleu, etc.

langer ainsi toutes les sortes différentes de lumière que contient le spectre. Avec un appareil plus perfectionné, Helmholtz a prouvé que l'union de la lumière bleue pure avec la lumière jaune pure du spectre, produit sur l'œil la sensation, non de la lumière verte, mais de la lumière blanche. Ces recherches l'ont conduit encore à d'autres résultats fort intéressants, dont nous ne pouvons nous occuper ici, mais nous sommes en droit de dire que le résultat de cette expérience porte nécessairement un coup mortel à l'hypothèse de Brewster. Helmholtz a aussi étudié la nature des apparences qui ont trompé le grand physicien anglais ; il a constaté qu'elles sont venues de ce qu'il s'était servi d'un spectre impur, c'est-à-dire d'un spectre qui n'était pas absolument exempt de lumière blanche étrangère.

Comme nous l'avons dit plus haut, l'existence, dans le sens objectif du mot, de trois couleurs fondamentales, ou de trois sortes primitives de lumière colorée, est impossible. Mais, dans un sens entièrement différent, quelque chose de ce genre est non seulement possible, mais encore très probable, comme l'indiquent les progrès récents faits par la science.

L'œil peut distinguer dans le spectre solaire jusqu'à

mille teintes différentes. Toutes les parties de la rétine, quelque petites qu'elles soient, même au point de devenir presque invisibles, jouissent de cette propriété, ce qui nous amène à nous demander si chaque atome de la rétine ne possède pas un nombre immense de fibrilles nerveuses, pour recevoir et transmettre cette multitude infinie de sensations. Le célèbre Thomas Young a adopté une autre manière de voir : selon lui, chaque élément infiniment petit de la rétine peut recevoir et transmettre trois sensations différentes ; ou bien nous pouvons dire que chaque élément de la surface rétinienne possède trois fibrilles nerveuses, destinées à recevoir trois sensations. Une catégorie de ces nerfs est sensible à l'action des ondes lumineuses longues, et produit la sensation à laquelle nous donnons le nom de rouge ; une seconde catégorie est surtout sensible à l'action des ondes de moyenne longueur, qui produisent la sensation à laquelle nous donnons le nom de vert ; et enfin la troisième catégorie est énergiquement stimulée par les ondes courtes, et détermine la sensation connue sous le nom de violet. Par conséquent, le rouge du spectre agit puissamment sur la première série de ces nerfs ; mais, d'après la théorie de Young, il agit aussi sur les deux autres séries, quoique avec moins d'énergie. Il en est de même des rayons verts et des rayons violets du spectre : chaque espèce agit sur les trois catégories de nerfs, mais son action est bien plus énergique sur celle qui est spécialement destinée à la recevoir. On comprendra encore mieux ce que je veux dire en considérant la figure ci-jointe, que nous empruntons au grand ouvrage de Helmholtz sur l'*Optique physiologique*.

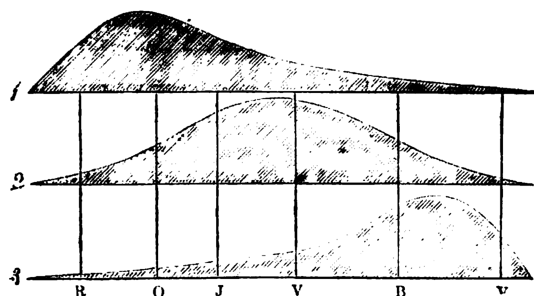


Fig. 46. — Courbes représentant l'action des différentes couleurs du spectre sur les trois catégories de fibrilles nerveuses (Helmholtz)

Dans la figure 46, le long des lignes horizontales 1, 2, 3, sont placées les couleurs du spectre dans l'ordre où elles se suivent naturellement, et les courbes qui sont au-dessus de ces lignes indiquent le degré d'énergie avec lequel les trois catégories de nerfs sont stimulées par ces couleurs. Nous voyons, par exemple, que les nerfs de la première espèce sont énergiquement stimulés par la lumière rouge, le sont bien moins par la lumière jaune, encore moins par la lumière verte, et très peu par la lumière violette. Les nerfs de la seconde espèce sont très sensibles à l'action de la lumière verte, le sont moins à celle du jaune et du bleu, et le sont moins encore à celle du rouge et du violet. Les nerfs de la troisième espèce subissent facilement l'influence de la lumière violette, et se laissent de moins en moins influencer par les autres espèces de lumière, dans l'ordre suivant : bleu, vert, jaune, orangé, rouge. Le second point de la théorie de Young c'est que, si l'on stimule à la fois avec à peu près la même énergie les trois catégories de nerfs, on obtiendra la sensation à laquelle nous donnons le nom de blanc. Tels sont les points principaux de la théorie de Young, qui a été publiée en 1802 et développée par son auteur en 1807. Helmholtz a, depuis quelques années, appelé l'attention sur cette théorie, et c'est surtout grâce à ses travaux et à ceux de Maxwell qu'elle est maintenant remise en lumière. Avant de discuter les preuves sur lesquelles elle s'appuie et les conséquences qu'on en peut tirer, il est bon de se rappeler, comme Helmholtz le fait observer, que le choix de ces couleurs particulières, rouge, vert et violet, est un peu arbitraire, et que l'on pourrait choisir trois couleurs quelconques, pourvu que, mélangées *ensemble*, elles donnassent de la lumière blanche. Cependant, si les couleurs des extrémités et du milieu du spectre (rouge, violet et vert) ne sont pas choisies, alors l'une des trois devra avoir deux maxima, l'un dans le rouge et l'autre dans le violet ; c'est là une hypothèse plus compliquée, mais qui n'est pas inadmissible. La seule méthode connue pour décider la question, c'est l'examen de daltoniens.

La variété la plus ordinaire du daltonisme est celle qui porte sur le *rouge,* fait qui signale cette couleur comme étant une des trois sensations fondamentales. Mais, si nous adoptons le rouge pour une de nos trois couleurs fondamentales, les deux autres seront nécessairement le vert et le violet ou le violet bleu. Le rouge, le jaune et le bleu, par exemple, ne donnent pas de la lumière blanche quand on les mélange ; jamais non plus ils ne peuvent fournir de vert. Le rouge, l'orangé et le bleu ou le violet ne formeraient pas davantage une triade fondamentale.

Le daltonisme du vert existe dans une certaine mesure, quoiqu'il soit bien plus rare que l'autre. Ainsi, jusqu'à présent, l'étude du daltonisme a donné des preuves en faveur des idées de Young, et ses phénomènes semblent pouvoir s'expliquer par cette théorie.

Voyons maintenant comment la même théorie explique la production des sensations des couleurs suivantes, qui ne sont pas fondamentales :

Rouge orangé.	Jaune.	Vert bleuâtre.
Orangé rouge.	Jaune verdâtre.	Bleu cyané.
Jaune orangé.	Vert jaunâtre.	Bleu d'outremer.

Commençons par le jaune : nous savons que, d'après la théorie qui nous occupe, il devrait être produit par la stimulation simultanée des nerfs du rouge et de ceux du vert ; par conséquent, si nous présentons en même temps à l'œil de la lumière rouge et de la lumière verte, la sensation produite devra être ce que nous appelons le jaune. La meilleure manière de faire l'expérience, c'est de mêler la lumière rouge et la lumière verte du spectre ; on arrive de cette façon à produire une teinte jaune satisfaisante. La méthode des disques tournants nous fournit, lorsque nous employons le vert émeraude et le vermillon, un jaune qui semble un peu

terne pour deux raisons : la première, c'est que les matières colorantes que nous appelons jaunes, telles que le jaune de chrome ou la gomme gutte, sont, comme nous le montrerons plus loin, relativement plus brillantes et plus lumineuses que n'importe quelle des couleurs rouges, vertes, bleues ou violettes, de sorte que ces jaunes brillants forment une classe tout à fait à part. Cette circonstance influe sur notre jugement, et, quand nous trouvons le jaune donné par l'expérience bien moins brillant que le jaune de chrome, qui est en réalité un type exagéré, nous sommes désappointés. La seconde raison, c'est que la lumière verte stimule, comme nous l'avons déjà dit, les nerfs du violet, de même que ceux du vert, d'où il suit que les trois séries de nerfs entrent en action d'une manière très appréciable, et que la sensation du blanc vient se mêler à celle du jaune, ce qui rend ce dernier moins intense qu'il ne le serait sans cela. Lorsque nous mêlons ensemble le vert et le rouge du spectre, nous ne nous trouvons pas en présence d'un type inexact, et la seconde raison seule entre en jeu, et donne au jaune que nous obtenons l'air d'être mélangé avec une certaine quantité de blanc. Le regretté J.-J. Müller avait reconnu que la lumière verte mélangée à toute autre lumière colorée du spectre en diminue la saturation, et produit le même effet que si l'on y avait ajouté en même temps de la lumière blanche. C'est là ce que le diagramme fondamental (fig. 46) nous indique en effet ; et ce résultat est parfaitement d'accord avec la théorie de Young et de Helmholtz.

Après avoir ainsi expliqué comment il se fait que le jaune obtenu par le mélange de la lumière rouge et de la lumière verte ne soit pas très brillant, il nous sera facile de montrer comment se produisent plusieurs des autres sensations de couleur. Si, par exemple, nous diminuons l'intensité de la lumière verte dans l'expérience que je viens de citer, la teinte résultante passera du jaune à l'orangé, à l'orangé rouge, au rouge orangé et enfin au rouge pur. La meilleure manière de suivre ces changements, c'est d'opérer avec la lumière colorée du spectre ; mais on peut aussi les obtenir au moyen des disques de Maxwell (fig. 41), ou à l'aide de la plaque de verre de Helmholtz (fig. 42). D'un autre côté, si dans l'expérience qui nous occupe nous faisons prédominer la lumière verte, la teinte jaune résultante passera au jaune verdâtre, au vert jaunâtre et enfin au vert. Ceci explique la production de plus de la moitié des sensations de couleur qui composent la liste ci-dessus ; quant aux couleurs restantes, telles que l'outremer, le bleu cyané et le vert bleuâtre, elles peuvent s'obtenir de la même façon, en mélangeant dans des proportions convenables la lumière verte et la lumière violette, par n'importe laquelle des méthodes déjà indiquées.

Dans les expériences dont nous nous sommes occupé jusqu'ici, nous avons présenté à l'œil des mélanges de deux espèces différentes de lumière colorée ou, pour parler plus exactement, de deux espèces de lumière qui diffèrent par leurs longueurs d'onde; il nous reste maintenant à expliquer la production des sensations de couleur dans les cas où l'œil n'est stimulé que par une seule espèce de lumière colorée, c'est-à-dire par de la lumière n'ayant qu'une seule longueur d'onde. S'il s'agit de lumière rouge, verte ou violette, l'explication va de soi : la lumière rouge stimule énergiquement les nerfs du rouge et détermine la sensation à laquelle nous donnons le nom de rouge, et ainsi de suite pour les autres. Mais ceci ne résout pas toute la difficutté ; car, d'après la théorie de Young et de Helmholtz, cette même lumière rouge exerce aussi une certaine action sur les nerfs du vert et du violet, et détermine en même temps, à un faible degré, il est vrai, les sensations auxquelles nous donnons les noms de vert et de violet. D'après la théorie, le résultat devrait donc être la production d'une sensation énergique de rouge, mêlée de sensations beaucoup plus faibles de vert et de violet ; ou, en d'autres termes, même lorsque l'œil est stimulé par la lumière rouge pure du spectre, cette lumière rouge devrait sembler mélangée d'un peu de lumière blanche, quand même celle-ci ne se trouverait pas réellement présente. L'expérience confirme cette conclusion théorique, et ici encore se montre favorable à l'exactitude de la théorie. La manière la plus simple de faire cette expérience serait d'enlever momentanément, si cela était possible, les nerfs du vert et du violet, d'une partie de la rétine de l'œil, et ensuite de faire tomber sur la rétine tout entière la lumière rouge pure du spectre. Cette lumière rouge devrait alors paraître plus intense et plus saturée lorsqu'elle tomberait sur le point d'où les nerfs du vert et du violet auraient été enlevés, que lorsqu'elle serait reçue sur le reste de la rétine, où existeraient les nerfs des trois espèces. Or, quoique nous ne puissions pas réellement enlever les nerfs du vert et du violet d'un certain point de la rétine, cependant nous pouvons, en employant des moyens convenables, fatiguer ou épuiser momentanément ces nerfs, de manière à les rendre presque entièrement insensibles. Si nous exposons pendant quelques instants un petit point de la rétine à l'action d'un mélange de lumière verte et de lumière violette combinées de manière à paraître vert bleuâtre, les nerfs du vert et ceux du violet deviendront réellement presque inertes ; et, si l'on dirige alors brusquement l'œil vers le rouge du spectre, ce point de la rétine éprouvera une sensation de rouge plus puissante et plus pure que les parties voisines, dont les nerfs n'ont pas été fatigués, et où le rouge semblera étendu d'une certaine quantité de lumière blanche. Cette expérience de Helmholtz montre donc qu'il est réellement possible de produire par des moyens artificiels des sensations de couleurs encore plus puissantes que celles déterminées en général par la lumière du spectre ; c'est là un point sur lequel nous reviendrons dans le chapitre suivant.

Maintenant que nous avons expliqué la production des sensations du rouge, du vert et du violet par la lumière rouge, verte et violette, et que nous avons constaté un fait intéressant qui se rapporte à cette question, nous passons aux autres couleurs. Si nous prenons le jaune du spectre, nous voyons qu'il peut être produit par l'action qu'exercent sur l'œil les ondes lumineuses dont la longueur tient le milieu entre celles qui déterminent les sensations de rouge et de vert. Ces ondes sont trop courtes pour agir très énergiquement sur les nerfs du rouge, et trop longues pour donner le maximum

d'activité aux nerfs du vert; mais elles donnent à ces deux sortes de nerfs une activité moyenne, et le résultat de leur action combinée est une nouvelle sensation, à laquelle nous donnons le nom de jaune. Nous pouvons dire en outre que la longueur des ondes de la lumière appelée jaune ne leur permet d'agir qu'assez faiblement sur les nerfs du violet : l'effet produit sur ces derniers est moindre que celui de la lumière verte. Il en résulte que la sensation du jaune, lorsqu'elle est amenée directement par la lumière jaune du spectre, est moins mêlée de celle du blanc, et est plus pure que lorsqu'on l'obtient en mélangeant la lumière rouge avec la lumière verte, comme nous l'avons indiqué plus haut. Et cette explication montre pourquoi il est impossible, avec des mélanges de la lumière rouge et de la lumière verte du spectre, de produire une lumière jaune aussi pure et aussi brillante que le jaune du spectre. Supposons maintenant que, au lieu de présenter à l'œil le jaune du spectre, nous le stimulions à l'aide de la lumière d'un des autres espaces du spectre, — du bleu, par exemple. L'explication est presque identique à celle que nous venons de donner pour le jaune : les ondes de la lumière bleue étant trop courtes pour stimuler énergiquement les nerfs du vert, et trop longues pour le faire sur les nerfs du violet, ces deux catégories de nerfs ne sont stimulées que d'une manière modérée, et donnent la sensation que nous appelons le bleu. D'ailleurs la lumière bleue exerce une très faible action sur les nerfs du rouge, de sorte que très peu de la sensation du blanc se mêle à celle du bleu ; et par conséquent cette teinte bleue est plus saturée que quand elle provient du mélange de la lumière verte avec la lumière violette. Et, en effet, J.-J. Müller a constaté que la lumière verte, quand on la mélange avec celle de toute autre région du spectre, donne une lumière moins saturée et plus blanchâtre que la teinte correspondante du spectre imitée par le mélange. La production de toutes les autres sensations de couleur obtenues en regardant le spectre s'explique de même par notre théorie. De tous ces faits nous pouvons conclure qu'il existe deux manières distinctes de produire la même sensation de couleur; en effet, nous avons vu qu'on y arrive soit en présentant à l'œil un mélange de lumière verte et de lumière violette, soit en lui présentant simplement une seule espèce de lumière, dont la longueur d'onde est intermédiaire entre celle du vert et du violet. L'œil est tout à fait incapable de discerner cette différence d'origine, bien qu'un prisme la révèle sur-le-champ.

Après avoir ainsi examiné, avec une minutie qui aura pu sembler fatigante à quelques lecteurs, la manière dont la théorie de Young et de Helmholtz explique les sensations de couleur, nous passons à un autre point. Pour donner plus d'exactitude à cette théorie, il est indispensable de définir d'une façon bien nette les trois couleurs fondamentales, car il existe une grande variété de rouges, de verts et de violets. A la suite de ses premières recherches, Helmholtz choisit un rouge assez voisin de l'extrémité du spectre, un vert et un violet bien nets; en d'autres termes, les teintes qu'il choisit furent les couleurs du milieu et des extrémités du spectre. Maxwell, qui a fait toute une série de belles recherches sur les questions qui se rattachent à la théorie de Young, a été amené à prendre pour couleur fondamentale un rouge qui, dans le spectre, est situé entre les raies fixes C et D, et à une distance de C juste égale au tiers de la distance totale CD. C'est un rouge écarlate avec une nuance d'orangé, assez bien représenté par certaines variétés de vermillon. Son vert est situé entre E et F, à une distance de E égale au quart de la ligne EF. Parmi les couleurs employées en peinture, celle qui approche le plus de cette teinte est le vert émeraude. Au lieu d'adopter un violet franc, Maxwell a choisi un bleu violet, à égale distance des raies F et G, qui est assez bien représenté par le bleu d'outremer artificiel. En soumettant au calcul les résultats des expériences faites sur le spectre, on peut déterminer la position d'une des couleurs fondamentales, c'est-à-dire du vert. Ainsi Charles S. Pierce, avec les données fournies par le mémoire de Maxwell, a obtenu pour cette couleur un résultat très peu différent de celui que nous venons d'indiquer (1). D'après ses calculs, le vert fondamental a une longueur d'onde de 524 dix-millionièmes de millimètre, et se trouve entre les raies M et *b*, au tiers de la distance totale E*b*, tandis que le vert de Maxwell est juste au delà de *b*. J.-J. Müller, qui a fait sur ce sujet des recherches pleines d'intérêt, par une autre méthode, est arrivé à un résultat un peu différent pour la position du vert, et lui a assigné une longueur d'onde de 506,3 dix-millionièmes de millimètre. Cette position dans le spectre est plus près du bleu que les positions assignées au vert par Maxwell et Pierce, et la teinte est d'un vert plus bleuâtre. D'un autre côté, Von Bezold, appuyant ses calculs sur les résultats *expérimentaux* de Helmholtz et de J.-J. Müller, est arrivé à une conclusion peu différente de celles de Maxwell ou de Pierce. Il choisit un vert *au milieu* du spectre normal, entre E et *b*, mais plus près de *b*. Il n'y a pas une très grande différence entre tous ces résultats; en réalité, il serait assez difficile de bien l'indiquer sur un spectre de la grandeur de cette page. On peut imiter tous ces verts à l'aide de la couleur nommée vert émeraude, en la prenant seule ou mélangée soit avec un peu de jaune de chrome, soit avec du bleu de cobalt. Aussi toutes ces nuances de vert ont-elles la teinte la plus puissante, ou, pour parler comme les peintres, la plus écrasante.

La détermination exacte des deux autres couleurs fondamentales est une question plus difficile, de sorte que même les partisans de la théorie de Young ne sont pas entièrement d'accord sur ces couleurs : Maxwel prend le bleu d'outremer, Helmholtz et J.-J. Müller prennent le violet pour troisième couleur fondamentale. Ces couleurs fondamentales sont au nombre des plus saturées et des plus intenses que présente le spectre. Auprès d'elles, le bleu du spectre est une teinte faible, à tel point que Rutherfurd dit souvent qu'en comparaison des autres couleurs il paraît d'une teinte ardoisée. Le jaune verdâtre aussi est faible; et, comme on le sait, le jaune pur n'existe dans le spectre qu'en très petite quantité et avec une intensité médiocre. Le jaune orangé est aussi beaucoup

(1) *Proceedings of the American Academy of Arts and Sciences*. 1873.

plus faible que le rouge, et l'orangé ne devient intense qu'en se rapprochant du rouge. De tout cela il résulte très naturellement que, si l'on projette un spectre normal sur une muraille blanche dans une chambre d'où toute lumière n'a pas été soigneusement exclue, on ne distinguera guère que les trois couleurs fondamentales, le rouge, le vert et le violet bleu; les autres teintes peuvent être discernées avec une certaine difficulté, mais à première vue elles frappent l'observateur qui n'a point de parti pris, comme étant simplement les régions où les trois principales couleurs se mélangent. Parmi les matières colorantes aussi, celles qui représentent les trois couleurs fondamentales sont également celles qui surpassent toutes les autres en intensité et en saturation. Une des couleurs fondamentales, le rouge, est d'un emploi facile pour la peinture et la décoration; les autres sont plus difficiles à manier, surtout le vert. Cette dernière couleur, même lorsqu'elle est adoucie, est d'un maniement difficile en peinture, et un grand nombre d'artistes l'évitent autant que possible, ou l'admettent dans leurs tableaux seulement à l'état de vert olive de diverses nuances. Lorsque la teinte se rapproche du vert fondamental, et qu'en même temps elle est intense, elle devient à la fois dure et brillante, et tire l'œil d'une manière désagréable.

O.-N. Rood,
Professeur de physique au collège Colombus, de New-York.

CAUSERIE BIBLIOGRAPHIQUE

Parmi les principaux promoteurs de cette grande idée que l'éducation de la jeune fille ne doit pas être inférieure à celle du jeune homme, il faut ranger M. le professeur P. Bert. Au parlement, il a employé sa grande influence et sa parole éloquente à défendre des lois nouvelles qui consacreront les droits de la femme à l'instruction. De cette instruction, l'État avait pris peu de souci jusqu'à présent. Il faut donc que l'opinion publique soit reconnaissante des efforts tentés par des hommes généreux pour faire disparaître une telle inégalité entre l'éducation des jeunes gens de l'un et l'autre sexe. Mais M. Bert ne s'est pas contenté de plaider la cause de l'instruction des femmes; il joint l'exemple au précepte. Depuis dix ans, il fait à la Sorbonne des cours pour les jeunes filles, et il a eu l'heureuse idée de publier ces leçons (1). C'est un beau livre dont la lecture est attrayante et facile. Le titre ne répond pas au fond du sujet, comme le dit M. Bert dans une préface spirituelle; car ce n'est pas la zoologie qui y est traitée, mais la physiologie. Toutefois, le mot de physiologie aurait paru bien effrayant : on l'a remplacé par un terme qui excitera moins de terreur chez les mères de famille. Peut-être ce scrupule de M. Bert — ou de son éditeur — n'est-il pas tout à fait justifié. Qui donc craindrait de faire lire à une jeune fille les *Leçons de Physiologie* de M. Bert? N'est-il pas un maître dans cette science? Et ne sait-il pas mieux que qui ce soit ce qu'il faut dire et ce qu'il faut taire?

La clarté, l'élégance, la simplicité, tels sont les mérites de ces éléments d'une science difficile et complexe. Il y a des gens qui croient encore qu'un livre de vulgarisation ne peut être écrit que par des hommes médiocres, impropres à faire un livre vraiment scientifique, comme si c'était une tâche d'ordre inférieur que de faire naître des idées nouvelles dans de jeunes intelligences.

Tous ceux qui liront le livre de M. Bert — et les physiologistes eux-mêmes y trouveront quelque profit — reconnaîtront que la tâche était difficile, et que le savant professeur de la Sorbonne s'en est tiré à son honneur. Ajoutons que ce livre était nécessaire.

Conçoit-on une femme distinguée qui ne saurait pas qu'il y a de l'oxygène dans l'air, et qui ignorerait que l'oxygène, l'air vital de Lavoisier, est nécessaire à la vie? Est-il admissible qu'une jeune fille de dix-huit ans, soit dite bien élevée, si elle ne sait pas que le cœur est placé dans la poitrine, qu'il sert à faire circuler le sang, que le pouls est le résultat de la contraction du cœur, lequel lance une ondée de sang chaque fois qu'il se contracte, que le cerveau est le foyer de la pensée, et que l'ordre de se contracter descend du cerveau aux muscles par les nerfs?

La seule objection qu'on eût pu faire, c'est que les jeunes filles, les jeunes femmes, ne trouveraient aucun livre où la science fût mise à leur portée, d'une part sans tomber dans les enfantillages; d'autre part, sans rebuter par des descriptions et des détails techniques insupportables. Désormais l'ignorance restera sans excuse; car pour apprendre les éléments de la physiologie, elles n'ont qu'à lire et à relire les leçons de M. Bert!

On écrit bien moins sur l'anatomie humaine que sur la physiologie; et la raison est bien simple, c'est que l'anatomie de l'homme est une science terminée. Elle est arrivée à son apogée, en ce sens qu'on ne peut plus espérer découvrir un nouveau muscle dans le bras, ni décrire un onzième os du tarse. Cependant bien des livres didactiques pourraient encore être faits sur l'anatomie : ils ne seront nouveaux que par la manière dont les faits sont présentés, par des descriptions plus méthodiques, une clarté plus grande. Le fond restera le même, la forme seule pourra être modifiée. Le nouveau traité de M. Hartmann (1) est un excellent manuel, et même un peu plus qu'un manuel : c'est presque un traité complet d'anatomie humaine, quoique l'auteur dans sa préface se défende de cette entreprise. Ceux qui ne connaissent pas les livres allemands d'anatomie y trouveront un usage qui devrait être adopté en France. Tous les noms anatomiques sont en latin, ce qui rend les descriptions internationales pour ainsi dire. Il est malheureux qu'en France cet usage ait été perdu :

(1) *Leçons de zoologie*, professées à la Sorbonne. 1 vol. in-8°, Paris, Masson, 1881.

(1) *Handbuch der Anatomie des Menschen fur Studirende und Aerzte*, par le professeur R. Hartmann. 1 vol. gr. in-8°, Strasbourg, chez Schultz, 1881.

il n'y a plus que pour les classifications de botanique ou de zoologie qu'on emploie encore la langue latine, et à bien des points de vue le fait est regrettable.

Les figures du livre de M. Hartmann sont bien faites, coloriées et gravées avec soin. Elles ne font cependant pas oublier les vieilles gravures d'autrefois. Si, à ce point de vue, on compare les modernes traités d'anatomie, et les meilleurs, à ceux du XVIIe siècle, peut-être la comparaison ne sera-t-elle pas à l'avantage de nos contemporains.

Les contemporains changent vite. La cinquième édition que M. Vapereau donne aujourd'hui de son *Dictionnaire,* à la librairie Hachette, vient seulement dix années après l'édition précédente et renferme déjà bien des nouveaux noms. Certainement, ceux-ci appartiennent pour le plus grand nombre à la politique, mais la science y est pourtant représentée. Citons d'abord les noms que M. Vapereau a rayés de ses premières listes parce qu'il les considérait déjà comme d'un autre âge :

Biot, Cagniard de la Tour, Cauchy, Clapeyron, Dufrénoy, Faraday, Mitscherlich, Masson, Matteucci, Poinsot, Sénarmont, Stephenson, Sturm, Struve, Verdet. Voilà autant d'hommes qui vont passer du Vapereau au Bouillet, bien que dans ce passage, les rangs s'éclaircissent souvent comme pour marquer qu'il ne suffit pas d'un contemporain connu pour faire un homme célèbre.

Si nous n'insistons pas sur ceux qui partent, nous pouvons nous étendre davantage sur ceux qui arrivent.

L'ordre alphabétique est inflexible dans un dictionnaire, et quelque illustres qu'ils soient, les hommes sont toujours catalogués de A à Z. M. *Paul Bert* est le premier des nouveaux venus. *Bessemer,* l'inventeur de l'acier qui porte son nom et auquel par reconnaissance les Américains ont dédié une de leurs nouvelles villes ; M. *Cornu,* le savant physicien qui a remplacé A. Becquerel à l'Institut ; M. *Des Cloizeaux,* le minéralogiste éminent, l'un des quatre Français auxquels l'université de Leyde accorda le titre honorifique de docteur en philosophie, lors de la célébration de son centenaire en 1875 ; M. *Donders,* professeur à Utrecht, correspondant de notre Institut ; *Dubois-Reymond,* le physiologiste aussi connu pour ses remarquables travaux que pour son peu de sympathie pour la France ; *Edison,* l'inventeur du phonographe et du téléphone à charbon ; *Edlund,* le célèbre professeur de physique à l'université de Stockholm, et l'un de nos collaborateurs ; *Hofmann,* le chimiste allemand dont nous avons publié au début de l'année un travail biographique sur M. J.-B. Dumas ; M. *Gaston Tissandier,* notre confrère, directeur de *la Nature ;* M. *Van Tieghem,* un des plus jeunes académiciens ; *Yvon Villarceau,* le savant astronome et l'auteur du régulateur isochrone ; M. *Alglave,* notre prédécesseur à la *Revue scientifique,* que nos lecteurs n'ont pas besoin que nous leur présentions ; *Huggins,* le physicien anglais dont nous avons donné il y a peu de temps les travaux sur les spectres photographiques des étoiles ; M. *Kirchoff,* professeur à Berlin, auquel on doit d'importantes recherches sur l'électricité, l'élasticité et surtout sur l'analyse spectrale ; M. *H. Mangon,* le savant directeur du Conservatoire des arts et métiers ; M. *Marey,* le professeur du collège de France ; M. *Tisserand,* le successeur de Le Verrier à l'Académie des sciences ; *Tyndall,* le physicien si populaire aussi bien en France qu'en Angleterre ; le colonel *Perrier,* le membre le plus nouvellement nommé à l'Institut ; *Sir William Thomson,* un des savants les plus considérables de notre époque.

Bien qu'il y ait certainement des lacunes que pourront combler les suppléments successifs, le *Dictionnaire des Contemporains* est une œuvre consciencieuse et tout à fait indispensable même à la plus petite bibliothèque. Il arrive, à chaque instant, au cours d'une conversation, de désirer connaître soit l'âge, soit tel ou tel travail d'une personne connue ; qui mieux que le Vapereau pourrait répondre à *tous ces desiderata?* qui pourrait le faire plus vite ?

Dans la dernière causerie, nous avions parlé du premier volume du docteur Gustave Le Bon, occupons-nous aujourd'hui du second : *Les Sociétés.* « Les écrivains de l'avenir, dit M. Le Bon, qui étudieront le mouvement scientifique et littéraire de notre époque envisageront certainement comme un fait caractéristique que l'étude des phénomènes psychologiques, historiques et sociaux, jusqu'alors l'apanage exclusif des philosophes, des historiens et des littérateurs, soit graduellement devenu celui des savants ; et, comparant le nombre immense de faits découverts par les derniers en quelques années au minime bagage de vérités mises en évidence par les premiers pendant des siècles, ils regretteront sûrement qu'une semblable transformation ne se soit pas plus tôt accomplie. » C'est en effet la méthode scientifique qu'applique l'auteur à tous les problèmes les plus élevés comme aux plus petits, aux questions sociales, comme aux questions d'un ordre pour ainsi dire technique.

Après avoir considéré l'homme comme individu, il restait à rechercher l'origine et les sociétés que l'homme a formées ; comment naquirent et se transformèrent la famille, la propriété, les religions, le droit, la morale, les institutions et les croyances. C'est à cette importante étude qu'a été consacré le second volume de *L'homme et les Sociétés.* La nature de la science sociale, ses limites et sa méthode ayant été examinées d'abord, l'auteur a recherché l'influence, si négligée des historiens, de chacun des divers facteurs de l'évolution sociale.

Les influences des sentiments, des progrès de l'agriculture, du développement de la population, de l'industrie, des institutions militaires, sont successivement passées en revue. Ces grandes lois physiologiques que la science moderne met en évidence : différenciation progressive des individus, élimination des types inférieurs par la sélection, création de l'intelligence et des sentiments par de lentes accumulations héréditaires, et d'autres encore, contredisent sans doute bien des idées qui règnent aujourd'hui ; mais le rôle de la science est de rechercher ce qui est sans s'occuper de ce qui peut nous plaire.

Le livre de M. Le Bon n'est pas toujours consolant, mais il cherche toujours à dire des vérités, et qui pourrait nier qu'on

ne ressente une véritable jouissance dans la découverte d'une vérité nouvelle?

M. Bonnier a été chargé de faire aux professeurs de Paris, de Vanves et de Versailles un certain nombre de conférences sur le nouvel enseignement des sciences naturelles et expérimentales dans la division élémentaire des lycées. Cet enseignement a déjà donné, comme on le sait, d'excellents résultats dans plusieurs pays, en Suède et en Autriche, par exemple, et c'est sous cette inspiration que le Conseil supérieur de l'Instruction publique en a décidé l'introduction dans nos écoles. M. Bonnier, de l'aveu de tous, a déployé un rare talent d'exposition dans les trois conférences qu'il a prononcées dans le grand amphithéâtre de la Sorbonne. Il était convaincu de son sujet, ce qui est une des meilleures conditions de succès.

Mais bien des points compris dans le récent programme sont absolument neufs. Jusqu'à présent, aucun d'eux n'était traité dans les lycées, même dans les classes supérieures; il fallait donc, devant ces besoins nouveaux, entreprendre la rédaction de livres nouveaux.

M. Bonnier a déjà pu faire paraître à la librairie Paul Dupont un petit traité auquel il a donné le titre de *Pierres et Terrains*. On trouvera là, sous une forme intentionnellement élémentaire, une foule d'éléments d'histoire naturelle, tout à fait destinés à frapper les jeunes intelligences et à leur donner le goût de l'observation en même temps que le désir d'apprendre.

Les ouvrages élémentaires semblent être d'ailleurs une nécessité de notre époque, tant est grand le nombre de ceux qui voient à chaque instant le jour.

Si la génération qui grandit en ce moment ne possède pas au moins un degré d'instruction générale assez avancé, ce ne sera pas la faute des auteurs d'aujourd'hui. La maison Hachette a commencé depuis le mois de juin dernier la publication par fascicules d'un de ces ouvrages de vulgarisation.

Le Monde physique, tel est son titre. Le tome premier que vient d'achever M. *Amédée Guillemin*, au moment des étrennes, renferme déjà la pesanteur, la gravitation universelle et le son. La seconde partie traitera de la lumière et de la chaleur; la troisième et dernière, du magnétisme et de l'électricité.

Examinons rapidement le premier volume, seul paru aujourd'hui.

L'auteur commence par donner une vue d'ensemble sur le monde, afin de procéder du général au particulier. Il descend des mondes sidéraux au monde solaire, puis aux planètes, puis enfin à la terre.

Une fois là, il est clair que nous tombons dans le domaine d'une science nouvelle, ayant pour objet la recherche des lois qui régissent tous les phénomènes jusque-là présentés, non plus comme faisant partie de tel ou tel système de corps, mais en tant qu'ils sont des manifestations des agents ou des forces naturelles. Cette science ne se propose plus la description ou l'histoire naturelle du monde physique; elle a pour objet d'en découvrir le mécanisme : c'est la physique.

La pesanteur, la gravitation universelle, viennent en tête, comme il convient. Les phénomènes et leurs lois sont d'abord étudiés, après quoi l'auteur passe aux applications de ces lois, ce qui donne matière à des expositions curieuses et frappantes qui doivent graver profondément dans l'esprit les lois abstraites sur lesquelles elles s'appuient.

Telle est la part faite à la vulgarisation; c'est là ce qui peut seul différencier le livre de M. Guillemin d'un traité de physique ordinaire.

M. Guillemin n'en est pas à son coup d'essai en fait d'ouvrages de ce genre, et le succès qu'il a toujours mérité jusqu'à présent ne lui fera pas non plus défaut cette fois-ci.

On sait que la *Géographie universelle* de M. *Élisée Reclus* est également publiée par fascicules depuis déjà plusieurs années par la librairie Hachette, et c'est un véritable événement bibliographique que l'apparition d'un nouveau volume de cet ouvrage magistral.

Aujourd'hui, c'est le sixième volume, tout entier consacré à l'Asie russe, qui vient d'être complété. Nous ne connaissons pas de géographie comparable à celle de M. Reclus, au point de vue de l'intérêt considérable qu'il sait donner à une science, enseignée, il y a encore peu d'années, d'une manière si ingrate.

On a dit que les Français savaient mal la géographie; il n'est pas douteux que M. Élisée Reclus n'ait contribué à en répandre le goût chez bien des gens du monde, et ceux qui ont commencé la lecture si attachante de ses volumes condensés ne peuvent s'en arracher et sont obligés de les lire jusqu'au bout.

S'il est un travail qui mérite une récompense académique, c'est à coup sûr celui-là, et nous ne doutons pas que cette consécration ne lui soit donnée un jour ou l'autre.

FACULTÉ DES SCIENCES DE PARIS

THÈSE POUR LE DOCTORAT

M. MAQUENNE

Recherches sur la détermination des pouvoirs diffusifs et absorbants. Application des méthodes physiques à la physiologie végétale.

On sait que, en même temps que la lumière qui est indispensable à la végétation, les plantes reçoivent du soleil une quantité considérable de chaleur, en partie obscure, et dont le rôle, au point de vue physiologique, est encore inconnu. Le travail de M. Maquenne est une sorte de préliminaire à l'étude de cette question.

L'auteur recherche, par les procédés ordinaires de la chaleur rayonnante, la valeur des faisceaux diffusés, absorbés et

transmis par une feuille soumise à l'action d'un rayonnement constant : les sources employées étaient la lampe de M. Bourbouze et le cube à eau chaude de Leslie.

Dans une première partie, M. Maquenne expose les différentes méthodes expérimentales qu'il a employées ; quelques-unes sont nouvelles, ou tout au moins résultent de perfectionnements apportés aux méthodes anciennes : l'auteur montre, par exemple, qu'on peut très bien, dans la recherche des pouvoirs absorbants et, par suite, des pouvoirs réflecteurs, remplacer le thermomètre à réservoir plat par un couple thermo-électrique ; si on enserre la soudure entre deux feuilles de papier dont l'une est noircie et l'autre recouverte par la substance étudiée, il suffit de deux observations galvanométriques, extrêmement rapides, pour connaître le rapport des vitesses de refroidissement correspondantes aux températures d'équilibre que le système acquiert sous l'action d'une source quelconque. Ce rapport exprime donc, en même temps, la valeur du pouvoir absorbant cherché.

Cette méthode n'est rigoureusement applicable qu'aux matières athermanes. M. Maquenne examine ensuite le cas plus complexe où la substance transmet irrégulièrement, comme le papier, le verre dépoli ou les feuilles. Le principe de la méthode proposée est le suivant : on détermine, à l'aide de la pile de Melloni, la quantité de chaleur qui passe à travers la lame, absolument comme s'il s'agissait d'étudier la diffusion à l'incidence ; puis, pour tenir compte du rayonnement propre à la lame qui s'est échauffée, on recouvre celle-ci de noir sur la face antérieure et on recommence la même série d'observations. Des deux nombres ainsi obtenus il est facile de déduire la valeur du pouvoir absorbant.

Le problème se complique si le pouvoir émissif de la substance est inférieur à celui du noir, mais il se simplifie beaucoup si le rayonnement dont on se sert a déjà traversé des milieux absorbants, tels qu'une lentille ou une couche d'eau ; les rayons émergents ne sont plus, en effet, absorbables par le verre, et il suffit de placer devant la pile une lame mince de glace pour arrêter toute la chaleur émise ; la chaleur transmise se trouve un peu affaiblie par réflexion, mais on peut la ramener à sa véritable valeur, en multipliant tous les nombres observés par le coefficient $\frac{100}{92}$.

Dans la seconde partie de son mémoire, M. Maquenne expose les résultats qu'il a obtenus en appliquant ces méthodes aux feuilles ; voici, en résumé, ses principales conclusions : 1° Les feuilles diffusent toutes une proportion très sensible de la chaleur qu'elles reçoivent ; dans certains cas la diffusion est presque parfaite, c'est-à-dire qu'elle suit à peu près la loi du cosinus; dans d'autres elle est accompagnée d'une réflexion régulière, suffisante quelquefois pour polariser, le rayon refléchi d'une façon complète ; l'angle de polarisation est alors de 55°.

Le pouvoir diffusif des feuilles varie peu avec l'espèce, mais il change de valeur aussitôt qu'on modifie la nature des radiations incidentes ; pour le rayonnement de la lampe Bourbouze il oscille entre 0,25 et 0,30, tandis que pour la chaleur provenant du cube de Leslie, il ne dépasse pas 0,05.

Les deux faces d'une même feuille ne diffusent pas la chaleur dans des proportions égales ; le plus souvent, surtout quand la coloration est très différente, l'endroit diffuse moins que l'envers ; mais on observe quelquefois l'inverse : le marronnier et le merisier sont dans ce cas. Ces différences s'effacent à mesure qu'on abaisse la température de la source, et on les a vues disparaître quand on a employé le cube de Leslie.

2° Le pouvoir absorbant des feuilles est extrêmement variable ; il change de valeur avec la nature du rayonnement, avec l'espèce à laquelle appartient la feuille, et même, pour une espèce déterminée, avec l'âge de l'organe que l'on considère.

En général, on peut dire qu'une feuille *absorbe d'autant* plus qu'elle est plus épaisse et plus fortement *colorée*.

Le pouvoir absorbant s'élève quand l'indice moyen diminue, et il devient presque égal à celui du noir pour la chaleur du cube.

Toutes les feuilles qui diffusent davantage par l'envers absorbent mieux par l'autre face, mais les différences sont faibles pour un rayonnement aussi complexe que celui de la lampe Bourbouze ; il est vraisemblable qu'on les verrait s'accentuer davantage en élevant la température de la source, et alors on s'explique pourquoi la lumière du soleil agit mieux sur l'endroit des feuilles que sur leur face inférieure.

3° La somme du pouvoir absorbant et du pouvoir diffusif n'est jamais égale à 1 ; le complément représente la chaleur qui est transmise à travers la feuille ; ce nombre peut varier entre des limites très étendues, mais il est ordinairement faible.

Les feuilles minces ou très jeunes transmettent plus de chaleur que les autres, puisqu'elles absorbent moins.

Ces résultats présentent un certain intérêt au point de vue physiologique : ils nous montrent que, vis-à-vis de la chaleur, les feuilles se comportent presque comme des écrans opaques, et, par conséquent, nous apportent une considération nouvelle au sujet de l'influence du couvert.

4° Les feuilles, lorsqu'elles sont chauffées, émettent presque autant que le noir lui-même ; il était facile de prévoir ce fait, puisque le pouvoir absorbant pour les sources à basse température est voisin de l'unité : c'est une vérification des anciennes expériences de Melloni, et on trouve là l'explication naturelle du dépôt de rosée qui s'effectue de préférence sur les organes verts de tous les végétaux.

Le pouvoir émissif des feuilles diminue quand l'inclinaison augmente, absolument comme sur les matières dont la surface n'est pas tout à fait dépourvue de pouvoir réflecteur.

Enfin, M. Maquenne termine son mémoire en étudiant l'absorption de la chaleur par les dissolutions de chlorophylle : il a isolé par le prisme les différents rayons émis par la lampe de M. Bourbouze et il montre que le pouvoir absorbant de cette matière décroît à partir du rouge jusqu'à environ 1°30' de la limite du spectre visible pour remonter ensuite. Les rayons les moins réfrangibles sont absorbés en totalité.

En somme, le pouvoir absorbant de la chlorophylle pour les radiations obscures ne paraît pas supérieur à celui de

l'eau ; il en résulte que, dans une feuille, l'absorption est surtout causée par l'eau et les réflexions diffuses qui s'opèrent intérieurement sur la surface de chacune des cellules.

BULLETIN DES SOCIÉTÉS SAVANTES

Académie des sciences de Paris

SÉANCE DU 6 DÉCEMBRE 1880.

M. *F. Tisserand*. Sur le développement d'une fonction quelconque du rayon vecteur dans le mouvement elliptique.

— M. *Lecoq de Boisbaudran* opère de la manière suivante pour la recherche de traces de chlore ou de brome.

Un fil de platine vertical (d'environ 3/4 de millimètre de diamètre) est replié à sa partie inférieure en forme de crochet ou d'U. Sur cette demi-boucle on fond au rouge blanc 0gr,001 à 0gr,002 de carbonate de baryte pur, puis on place dans la courbure du fil une gouttelette du liquide à examiner; on évapore à sec, et l'on pousse même pendant *un court instant* la chaleur jusqu'au rouge naissant. La fusion au moins partielle de la masse est avantageuse, en ce qu'elle lui permet de s'étaler comme un vernis à la surface du fil de platine.

Après refroidissement, un second fil de platine est amené tout près du premier fil, un peu *en avant* du côté de la fente du spectroscope. L'étincelle d'induction, non condensée, donne alors un spectre dans lequel se montrent les raies du $BaCl^2$ ou du $BaBr^2$. On reconnait ainsi 1/3000 de milligramme de chlore ou de brome.

— L'Académie procède à la nomination d'un correspondant pour la section de géométrie, en remplacement de M. *Borchardt*. M. *Brioschi*, à l'unanimité des suffrages, est élu.

— M. *J.-D. Catta* a vérifié qu'il ne faut pas que le sulfure de carbone se trouve à l'état liquide dans un sol complètement détrempé par l'eau pour l'application aux vignes phylloxérées.

On sait que l'eau est capable de dissoudre, d'après M. Dumas, 1,78 pour 100 de sulfure de carbone liquide : un traitement au pal en terrain mouillé favorise considérablement cette dissolution, puisque l'on répartit le sulfure par petites quantités en un très grand nombre de points du sol. Mais la dissolution aqueuse de sulfure de carbone ne paraît pas nuisible pour la plante.

M. Dumas s'est assuré, dès 1876, que si cette dissolution, même étendue de neuf fois son poids d'eau, conserve encore des propriétés insecticides incontestables, la vigne n'en souffre pas, même quand elle est concentrée. L'eau saturée de sulfure de carbone lui avait offert, en effet, le résultat suivant : on a arrosé avec 250 centimètres cubes de cette dissolution environ, par pot, deux pots de vignes phylloxérées : l'insecte est mort, et la vigne n'a pas souffert.

Mais M. Dumas ne considère pas cette expérience en pots comme pouvant contredire celles qui ont été effectuées sur le terrain; il sait qu'il faut toujours tenir compte des circonstances et influences, souvent prépondérantes, qu'exercent la nature et l'état du sol, la saison et l'état de végétation de la vigne, etc.

Dans l'espèce, le sulfure de carbone recouvert d'eau a pu conserver l'état liquide, forme sous laquelle il mortifie facilement les racines qu'il touche, et non se dissoudre dans l'eau, forme sous laquelle il eût été sans danger.

— M. *P. de Lafitte* avait été conduit à énoncer comme une loi, non pas certaine, mais extrêmement probable, que l'*ailé ne se rencontre jamais parmi les insectes de première classe;* puis, que *dans la descendance d'un ailé l'essaimage est périodique*. Comme la période, si elle existe, est évidemment la même pour tous ces insectes, on peut dire simplement : *L'essaimage est périodique,* et probablement de deux ans.

Deux observateurs apportent une première confirmation de ces idées : M. Laliman signale un malvoisie placé chez lui dans le voisinage d'un taylor, et qui se trouve couvert de galles *tous les deux ans;* M. Cotto signale *la bisannualité des galles plusieurs fois observée* à Sorgues, chez M. Villion.

— M. *Max Cornu* rappelle que le *mildew*, introduit en Europe par les vignes américaines et qui commence à inquiéter les viticulteurs, a été découvert l'an dernier par M. J.-E. Planchon. Le *mildew* sera dans peu de temps, peut-être, répandu sur toute la France et il est encore presque inconnu dans les région où il sévit.

Le champignon forme des taches blanches nacrées, à la face inférieure des feuilles; au microscope, il apparaît comme constitué par des filaments dressés, munis de courts rameaux, parfois rameux eux-mêmes, insérés à angle droit et portant des spores nées à l'extrémité de longs stérigmates groupés à l'extrémité de ces rameaux. Les spores sont pyriformes allongées, attachées par la partie effilée.

Le mycélium du *perosnopora* s'insinue entre les cellules de la feuille ; il n'y enfonce que des suçoirs ; il ne traverse pas ces éléments et n'apparaît au dehors que par les pores naturels, les stomates : c'est pour cela que les efflorescences blanches du champignon sont confinées sur la face inférieure de la feuille et qu'on n'en voit pas, d'ordinaire du moins, sur les raisins et sur les rameaux.

Le tissu des feuilles adultes est assez coloré et tourne aisément au brun; le mycélium s'y voit difficilement, et la recherche des oospores est rendue ainsi très ardue. On n'en observe que d'une manière assez douteuse et peu nette, au milieu des éléments remplis de matières foncées et opaques, résistant à l'action des réactifs usuels; mais il n'est pas douteux cependant que les feuilles n'en puissent renfermer à profusion. Pour le *peronospora infestans* de la pomme de terre, des difficultés semblables se sont présentées.

L'aspect extérieur des feuilles attaquées varie considérablement suivant l'âge des feuilles ou du champignon, la situation de celui-ci, la saison et les conditions de l'atmosphère : le champignon occupe toujours la face inférieure.

Cet aspect est quelquefois assez caractéristique et ne doit pas être confondu avec les effets de l'*oïdium*. M. Cornu a cherché à réunir les altérations extrêmement variables, sous deux formes, qui paraissaient générales sur les cépages et dans les conditions de l'observation.

A. Les feuilles sont jeunes, d'un vert jaunâtre, tendres et souvent destinées à s'accroître encore.

B. Les feuilles sont adultes, d'un vert assez foncé, ou revêtant déjà la teinte automnale ; elles sont coriaces.

— M. P. *Gennadius* regarde le *ceroplastes rusci* comme l'insecte le plus nuisible au figuier. Ce gallinsecte se multiplie parfois tellement, qu'il arrive à presque couvrir les feuilles, les fruits et les branches de cet arbre. Le figuier ainsi

attaqué s'épuise, et quelquefois on est forcé de l'arracher. En Grèce, des centaines de figuiers, attaqués par cette cochenille, perdent entièrement leurs fruits pendant deux années de suite, ce qui arrive d'ailleurs souvent en Italie, dans le midi de la France, et ailleurs.

En Messénie, où le figuier se cultive en grand, quand cet arbre est attaqué par le *ceroplastes*, les cultivateurs, vers le mois d'août, après avoir cueilli les fruits les plus sains, enlèvent et brûlent ou jettent à la mer toutes les feuilles et les rameaux les plus attaqués. Par ce procédé, ils arrivent non seulement à diminuer le nombre des parasites, mais à faire disparaître même une partie (souvent assez considérable) des insectes attachés sur les branches et les fruits de l'arbre, lesquels n'ont pas été enlevés.

Cette disparition pour ainsi dire spontanée peut s'attribuer à la déperdition du latex, provoquée par les plaies causées à l'arbre par l'enlèvement de ses feuilles et de quelques-uns de ses rameaux. Si cette interprétation est juste, on pourrait en profiter pour se débarrasser des parasites en forçant l'arbre, au moyen de plusieurs plaies, à perdre une grande quantité de latex.

Pendant le mois de juin 1879, M. Gennadius a fait plusieurs incisions longitudinales sur le tronc et les branches les plus grosses de deux figuiers attaqués par ces insectes. Deux mois après, ces figuiers ne portaient plus de parasites. Il est vrai que leurs fruits n'étaient pas aussi abondants que les années précédentes ; faut-il l'attribuer à la déperdition du latex, ou plutôt aux attaques antérieures des *ceroplastes* ? C'est le problème que l'auteur étudie en ce moment.

— M. *G. Bigourdan :* Observations de la comète *d* 1880 (Hartwig), faites à l'Observatoire de Paris.

— MM. *Schulhof* et *Bossert* : Sur la comète Hartwig (*d* 1880) et sur la comète Swift (*e* 1880).

— M. *Laussedat* signale à l'Académie un passage d'un Mémoire de M. d'Aubuisson, ingénieur des mines, qui établit que l'idée de n'employer, en géodésie, qu'une seule règle, transportée entre des repères placés sur l'alignement de la base, appartient à un Français et non au major piémontais Porro, comme on le pensait jusqu'ici.

— M. *A. Angot* a indiqué récemment un nouveau moyen de calculer les hauteurs au moyen des observations barométriques ; il cite aujourd'hui quelques observations qui montreront le degré de précision que l'on peut attendre d'observations de ce genre.

Pendant longtemps, on a vérifié toutes les formules barométriques au moyen des observations du grand Saint-Bernard. C'était en effet la seule station élevée où l'on fît des observations régulières, que l'on pouvait, de plus, comparer aisément à celles de l'observatoire de Genève. Toutefois, le choix de ces deux stations est loin d'être irréprochable.

Nous possédons maintenant en France des stations qui sont dans des conditions beaucoup plus favorables pour l'étude des formules barométriques : telles sont les deux stations du Puy-de-Dôme, plaine et sommet, qui sont seulement à 9 kilomètres en ligne droite, et présentent une différence de niveau de 1079 mètres. Le pic du Midi, dont la hauteur est bien plus grande, aurait été préférable encore ; mais il n'existe pas jusqu'ici à la base de station dont les observations puissent être associées à celles du sommet.

— M. *Ch. André*, pour étudier en détail le phénomène de l'interversion des températures avec le hauteur, a installé, à la fin de l'été dernier, à mi-côte du mamelon qui forme le mont Verdun et à l'altitude de 460 mètres environ, deux stations thermométriques, l'une au versant nord, l'autre au versant sud. Le réseau thermométrique est donc le suivant : Parc, 170 mètres ; Saint-Genis, 285 mètres ; Verdun, versant nord et versant sud, 460 mètres ; Verdun, sommet, 625 mètres.

Il y a eu, dans ces régions, interversion de la température dans les nuits du 23 au 24 novembre, du 24 au 25 et du 25 au 26, ainsi que dans la journée intermédiaire du 24.

Ainsi dans chacune de ces nuits, et surtout dans celles du 23 au 24 et du 25 au 26, la température, après avoir crû progressivement depuis le Parc jusqu'à mi-côte du Verdun, commence alors à décroître et à reprendre la marche dite normale avec la hauteur.

Un courant d'air chaud, d'une épaisseur d'environ 250 mètres, se trouvait donc, dans les nuits en question, intercalé à très peu de distance du sol entre deux couches d'air plus froides. Il résulte de là que, sur une même *verticale*, *la* distribution de la température est, jusqu'à une certaine hauteur, absolument indéterminée, des courants d'air chauds et froids et de peu d'épaisseur se superposant les uns aux autres dans les régions inférieures de l'atmosphère.

Le mode de superposition de ces courants est d'ailleurs en relation directe avec la situation qu'occupent les centres de hautes et basses pressions.

— M. *E. Mercadier* a entrepris quelques recherches sur la radiophonie ou autrement dit le phénomène découvert récemment par M. G. Bell, et dans lequel une radiation (telle que celle qui constitue un rayon solaire), rendue intermittente suivant une période déterminée, produit, en tombant sur des corps taillés en lames, un son de même période.

Il a été conduit à énoncer les résultats *suivants :*

I. La radiophonie ne paraît pas être un effet produit par la masse de la lame réceptrice vibrant transversalement dans son ensemble, comme une plaque vibrante ordinaire.

II. La nature des molécules du récepteur et leur mode d'agrégation ne paraissent pas exercer sur la nature des sons produits un rôle prédominant.

III. Les sons radiophoniques résultent bien de l'action directe des radiations sur les récepteurs.

IV. Le phénomène semble résulter principalement d'une action sur la surface du récepteur.

V. Les effets radiophoniques paraissent être produits principalement par les radiations de grande longueur d'onde, dites calorifiques.

— M. *Étard* émettait cette opinion que le bore, déjà exclu de la série du carbone, ne pouvait se placer en tête de celle de l'aluminium, auquel il ne ressemble en rien. Appliquant la méthode de classification naturelle de M. Dumas, ou méthode de la plus grande somme des analogies, il arrivait à placer le bore en tête de la série du vanadium, qui présente des propriétés intermédiaires entre celles du carbone et du phosphore.

Cette manière de voir l'ayant conduit à rechercher des combinaisons boriques plus oxygénées que Bo^2O^3, voici les résultats qu'il a obtenus :

L'acide borique n'est pas modifié par les oxydants ordinaires ; mais, en employant un artifice analogue à celui qui sert à transformer l'acide sulfureux en sulfate de plomb au moyen de PbO^2, on arrive à se procurer un composé plus riche en oxygène que l'acide borique ; au moyen du bioxyde de baryum, par exemple, on obtient un sel renfermant Bo^2

$O^7 Ba H^4 + H^2 O$, soit $Bo^2 O^4 Ba O + 3 H^2 O$, (perborate de baryum). Pour préparer ce sel, l'auteur est parti du bioxyde de baryum pur et cristallisé $Ba O^2, 10 H^2 O$ de M. Berthelot. En versant un excès d'une solution saturée d'acide borique sur cet oxyde bien lavé, on le voit immédiatement foisonner et devenir amorphe. Ce nouveau précipité, lavé avec soin et séché sur l'acide sulfurique, possède la composition indiquée.

Le perborate de baryum peut être considéré comme dérivant de $Bo^2 O^4$, oxyde correspondant à $Va^2 O^4$.

M. Étard a constaté que l'acide borique en présence de l'eau oxygénée agit comme un acide différent, bien que peu stable : l'acide perborique.

— M. *Porumbaru* a préparé un pyrophosphate de purpuréocobaltamine en dissolvant à chaud 25 grammes de chlorure purpuréocobaltique $Co^2 (Az H^3)^{10} Cl^6$ dans 1 litre d'eau contenant 50 grammes de sel ammoniac et 500 centimètres cubes d'ammoniaque, et en ajoutant à la liqueur un excès de pyrophosphate de soude. Il se sépare, après refroidissement et repos, de volumineux prismes rouges rubis appartenant au système orthorhombique. Les cristaux sont modifiés sur les arêtes latérales par une face g^1 qui les fait passer au prisme hexagonal. Les six arêtes de la base sont modifiées ensemble; et le cristal prend l'aspect d'un prisme hexagonal terminé à une extrémité par une pyramide et à l'autre par une base de même section. L'angle du prisme est un angle limite très voisin de 120°, et si ce n'étaient les caractères optiques, on serait tenté de rapporter le cristal au système hexagonal.

— M. *Ed. Brandt* présente à l'Académie les principaux résultats de ses recherches comparatives sur le système nerveux dans les divers ordres de la classe des insectes.

Le *système nerveux des hémiptères* est très peu étudié et les études comparatives font défaut. 1° Quelques hémiptères n'ont pas de ganglion sous-œsophagien séparé, ce dernier étant confondu avec la partie médullaire du thorax. 2° Chez quelques-uns (*pseudophanus*) il est séparé et placé, non pas dans la tête, mais dans le thorax. Les circonvolutions des lobes cérébroïdes n'y manquent jamais. 3° Chez quelques hémiptères, qui ont deux ganglions du thorax, le premier résulte d'une fusion du premier ganglion thoracique avec le ganglion sous-œsophagien. 4° Le nombre des ganglions thoraciques varie d'un à trois. 5° Les hémiptères n'ont jamais de ganglions abdominaux séparés, ceux-là étant confondus avec la partie thoracique du système nerveux.

— M. *A. Villot* fait connaître une curieuse larve de téniadé comme les staphylocystes, parasite du *glomeris limbatus*, et qui présente cette particularité de vivre chez le même hôte à des degrés divers de développement : à l'état vésiculaire proprement dit, libre dans la cavité viscérale, et à l'état de scolex, enkystée dans le corps adipeux.

L'*urocystis prolifer*, à l'état vésiculaire proprement dit, nous offre à considérer trois parties bien distinctes : une tête, un corps et une vésicule caudale. Ces trois parties, qui sont en parfaite continuité de tissus, s'invaginent les unes dans les autres, la tête dans le corps et le corps dans la vésicule caudale.

— M. *Carbonnier* signale une particularité intéressante résidant dans le mode d'accouplement et de reproduction d'un poisson de la famille des silures.

Au moment de la fécondation, la femelle rapproche l'une de l'autre ses deux nageoires ventrales, à la façon de deux éventails ouverts qu'on réunirait par leurs bords, et forme une sorte de cul-de-sac au fond duquel vient aboutir l'ouverture des ovaires. Les principes fécondants du mâle se trouvent ainsi emprisonnés dans cette sorte de sac membraneux; lorsque, quelques instants après, les œufs vont y arriver, ils se trouveront baignés par un liquide riche en spermatozoaires.

La ponte se compose de cinq à six œufs, que la femelle conserve pendant quelques minutes dans la poche qui vient d'être décrite; puis, elle quitte le sol pour aller à la recherche d'un endroit propice à leur évolution. Son choix se portera de préférence sur une partie bien éclairée, paroi en glace d'aquarium ou pierre émergeant de l'eau; elle y nettoie avec sa bouche une place située au moins à 0m,10 ou 0m,15 au-dessous du niveau de l'eau, puis, appliquant son abdomen à cette place, elle entr'ouvre son sac et fixe ses œufs, qui se collent au moyen de la viscosité qui les enduit.

Tous les œufs étant déposés, les rapprochements recommencent avec les mâles et les pontes, se suivent ainsi de quarante à cinquante fois dans la journée : le nombre total des œufs émis s'élève à deux cents cinquante environ.

Un fait intéressant à signaler est le changement d'époque de la reproduction présenté par le Callichthys. C'est au mois d'octobre et de novembre qu'il se reproduit à la Plata. Arrivé en Europe, il a passé une année sans donner de petits. En 1878, les pontes ont eut lieu en août et septembre. Les produits de cette génération ont pondu, cette année, au mois de juin. On voit qu'il y a eu là adaptation à notre climat, dont les températures sont inverses de celles de l'Amérique méridionale.

— MM. *Garreau et Machelart* ont remarqué que les souches des saxifrages contiennent : 1° un produit immédiat nouveau, le *bergenin*; 2° du tannin ; 3° de la fécule; substances que l'on peut extraire 1° par l'éther aqueux, qui enlève le tannin, 2° en reprenant le résidu par l'alcool à 90° bouillant, qui, après concentration, laisse cristalliser le bergenin.

Le bergenin constitue un agent thérapeutique important, destiné à combattre les maladies qui frappent et affaiblissent la résistance vitale. C'est un tonique voisin de la quinine et la salicine.

Il y a là, suivant les auteurs, une culture en grand à entreprendre, sûrement rémunératrice par le rendement en tannin, en matière féculente, et sans aucun doute également avantageuse au point de vue de la fabrication du bergenin, dont les propriétés thérapeutiques ne peuvent manquer d'être utilisées dans l'art de guérir.

— M. *J. Seure* propose de piler de la viande pulpée avec de la dextrine et de couler le tout dans un moule pour arriver à une conservation des viandes.

— M. *P. Denza*, sur les météores du 14 novembre 1880, observés à Moncalieri (Italie).

BIBLIOGRAPHIE

Sommaire des principaux recueils de mémoires originaux.

— THE AMERICAN JOURNAL OF SCIENCE (novembre 1880). — *C.-A. Young* : Notes spectroscopiques, 1879-80. — Pouvoir thermo-électrique du fer et du platine dans le vide. — *James-D. Dana* : Relations géologiques des ceintures calcaires du comté de Westchester, New-York. — *Alexander Agassiz* : Développement paléontologique et embryologique. — *A.-C. Verrill* : Faune marine remarquable occupant les bancs extérieurs de la côte sud de la Nouvelle-Angleterre. — *J.-W. Dawson* : Revision des limaçons terrestres de l'ère paléo-

zoïque, description de nouvelles espèces. — *W.-O. Crosby* et *G.-H. Barton :* Extension de la formation carbonifère dans le Massachusetts. — *C.-H.-F. Peters :* Découverte d'un nouveau planétoïde et observations sur la comète d'Harting. — *E.-T. Cox :* Découverte d'oxyde d'antimoine dans de vastes filons à Sonora, Mexique. — *Samuel Haughton* et *J. Emerson Reynolds :* Expériences faites pour déterminer le frottement de l'eau sur l'eau à de faibles vitesses.

CHRONIQUE

— Quelques mots sur la flore d'Aden (1). — Sous ce titre « Le golfe d'Aden », le dernier numéro (11 décembre 1880) de la *Revue scientifique* contient un exposé rapide, dont tous les voyageurs qui ont transité par le canal de Suez et la mer Rouge reconnaîtront la justesse et l'exactitude; cependant je me permettrai une toute petite critique.

L'auteur de l'article dit, en parlant d'Aden, *qu'il n'y pousse pas une touffe d'herbe*, que pas un *arbre n'y couvre la nudité du roc.* Tous les voyageurs en ont dit autant, et il est plus que probable que ceux qui passeront à Aden, pendant bien longtemps encore, tiendront le même langage, surtout s'il n'est pas tombé de pluie pendant quelques mois avant leur passage, et, en bonne conscience, à première vue, on ne peut donner tort ni aux uns ni aux autres, car il est impossible de voir quelque chose de plus nu, de plus désolé, de plus abrupt que cette presqu'île où les Anglais ont planté leur drapeau.

Mais les botanistes protestent : pour eux, Aden n'est pas aussi déshérité, il s'en faut, qu'on s'est plu à le dire à satiété. Je ne parle pas seulement de la végétation que les Anglais ont voulu avoir sur le roc stérile, comme celle qu'ils avaient déjà obtenue, à force de persévérance, à l'île de l'Ascension, située au milieu de l'Atlantique, dans des conditions peut-être aussi mauvaises qu'à Aden. Dans cette dernière localité, les grandes citernes à ciel ouvert, contenant près de 80 millions de litres d'eau, entretiennent une fraîcheur relative dans leur voisinage : on a apporté de la terre autour des bassins, et aujourd'hui, on y voit, déjà arrivés à une taille respectable, des arbrisseaux et des arbres, appartenant, il est vrai, aux genres qui poussent les premiers sur les localités les moins riches en humus : *Hibiscus tiliaceus, Thespesia populnea,* l'*arbre des Banyans*, quelques *acacia*, quelques *capparis*, etc., etc. A côté, on remarque des végétaux plus humbles, des pommes de terre, des graminées. Quelques résidents s'efforcent aussi — avec succès, du reste — de faire venir des plantes autour de leurs maisons. On ne peut se figurer quels soins on prend pour la conservation de la moindre broussaille, du plus chétif brin d'herbe.

Mais, outre cette flore artificielle, Aden a une flore spontanée qui, toute restreinte qu'elle soit, a un caractère assez frappant pour que les Arabes aient donné, il y a longtemps, à la presqu'île, le nom de la plante la plus remarquable par ses fleurs; les botanistes Roemer et Schultz ont latinisé le nom de cette plante arabe, *Aden*, et créé l'espèce *Adenium obesum* (2). En 1809, Salt fit connaître quelques plantes d'Aden. M. Packenham Edgeworth, dans un petit livre intitulé : *Excursion botanique d'une demi-heure à Aden*, cite quarante-deux plantes récoltées dans ce court intervalle, à son passage en 1846, parmi lesquelles deux étaient alors nouvelles pour la science.

M. Th. Anderson a publié, en 1861, dans le *Journal of the Proceedings of the Linnean Society*, t. V, sous le titre de *Florula adenensis*, la description des plantes phanérogames observées par lui en 1859. M. Anderson avait été favorisé par les circonstances atmosphériques. Il avait plu abondamment trois semaines avant son arrivée; la plus grande partie des plantes étaient en fleur, et même une légère teinte verte semblait revêtir les ravins les moins stériles. J'ai été témoin, dans un de mes voyages, du même fait que je n'aurais pas soupçonné les cinq autres fois que j'étais venu à Aden. C'est, en général, au pied des montagnes un peu au-dessus de la ligne des marées hautes, dans les places où le sol, composé de sable et des débris de scories, est meuble et un peu fertile, qu'on a trouvé quelques coins occupés par la végétation. Les flancs des montagnes sont entièrement nus, excepté dans les endroits où une anfractuosité, une saillie de rocher, arrêtent assez de terre pour servir de support à quelques pieds de *capparis galeata* ou d'*adenium obesum*. Le terrain affreusement tourmenté qu'on traverse pour arriver au sommet du *Djibel shum-shum* (le point culminant de la presqu'île, haut de 540 mètres, dont la légende arabe fait le tombeau de Caïn) est plus favorisé; la végétation est beaucoup plus riche, ou pour mieux dire, moins misérable que dans les terrains bas. C'est du moins ce que j'ai pu remarquer, en faisant l'ascension de cette montagne à la mi-janvier.

La flore d'Aden, si elle n'est pas tout à fait identique à celle de l'Arabie pétrée, lui ressemble beaucoup, et présente tous les caractères du désert. « La brillante couleur verte, dit M. Anderson, un des traits les plus agréables de la végétation dans les régions tempérées et les contrées humides des tropiques, est complètement inconnue à Aden. Ici, le feuillage est réduit à sa plus simple expression, et la moiteur superflue qui, sous un climat moins aride, est exudée par les feuilles, est gardée pour former des tiges charnues, comme en prévision de sécheresses longtemps prolongées. » Presque toutes les plantes d'Aden ont des feuilles glauques et blanchâtres, ou sont complètement couvertes de poils gommeux.

L'aridité, en réduisant la masse du tissu cellulaire, a sans doute aussi favorisé, sinon toujours, le développement complet, au moins la tendance au caractère épineux : un grand nombre de plantes portent des aiguillons acérés; sur d'autres, les feuilles et les rameaux, courts et rigides, se terminent par des piquants; plusieurs espèces laissent suinter des gommes et des résines, qui souvent encroûtent les tiges et les rameaux, et un grand nombre exhalent des odeurs aromatiques et pénétrantes, caractère, comme on le sait, des plantes des déserts et, en général, des localités exposées à la sécheresse.

Sur les quatre-vingt-quatorze espèces décrites par M. Anderson, quatorze paraissent, jusqu'à présent, être propres à la presqu'île; les quatre-vingts qui restent ont une extension géographique plus ou moins vaste, et plusieurs d'entre elles se rencontrent sur la plupart des régions désertiques de l'ancien continent. On suit quelques espèces depuis l'Arabie jusqu'au nord du l'Hindoustan, d'autres après l'Égypte, la Nubie et une partie de l'Abyssinie, franchissent l'Afrique centrale, arrivent à la région méditerranéenne, au Sénégal, passent aux îles Canaries et aux îles du Cap-Vert. (*Corchorus antichorus*, Rœmer. I. du Cap-Vert; — *Citrullus colocynthis*, Arn. Canaries, I. du Cap-Vert; — *Lycium europæum*, L. I. Canaries, etc., *etc.*) *L'Heliotropium strigosum*, Willd., qu'on voit à Aden, depuis le bord de la mer jusqu'au sommet du Djibel shum-shum, se rencontre de la Sénégambie au royaume de Siam, et même dans l'Australie tropicale.

Telle est, *grosso modo*, la physionomie de la végétation d'Aden; comme on peut le voir, elle n'est pas tout à fait aussi nulle qu'on a bien voulu le dire, mais pourtant, elle est assez misérable — surtout quand on la compare aux merveilles végétales que quelques jours de plus de vapeur font admirer au voyageur, à Ceylan — pour qu'on puisse, sans craindre d'être taxé d'exagération, dire que la presqu'île d'Aden est un de ces pays maudits « où il ne pousse pas un brin d'herbe; » aussi n'est-ce pas même — ainsi que je l'ai annoncé en commençant — une critique que j'ai voulu formuler, mais plutôt une petite addition au tableau si vrai qu'a fait M. Georges Richard, d'Aden, de Perim et de la mer Rouge.

— Faculté des sciences de Paris. — Lundi 13 décembre, à une heure, M. *Maquenne* a soutenu pour obtenir le grade de docteur ès sciences physiques, une thèse ayant pour sujet : Recherches sur la détermination des pouvoirs absorbants et diffusifs. — Application des méthodes physiques à la physiologie végétale. C'est cette thèse que nous analysons plus haut.

— Revue politique et littéraire. — Les abonnés nouveaux, au 1er janvier, de la *Revue politique et littéraire*, recevront en sus tout ce qui aura paru du roman posthume de Gustave Flaubert, intitulé : *Bouvard et Pécuchet*.

— Revue scientifique. — Nous rappelons à nos lecteurs que, à partir du 1er janvier prochain, la *Revue scientifique* contiendra un quart de matière de plus que maintenant, et que le prix de l'abonnement sera augmenté d'un cinquième, soit 25 francs au lieu de 20 francs. Le prix de chaque numéro sera de 0 fr. 60 au lieu de 0 fr. 50.

Le propriétaire-gérant : Germer Baillière.

(1) Cette intéressante notice nous a été envoyée par M. H. Jouan, capitaine de vaisseau.

(2) Cet arbrisseau n'est pas, comme on l'avait cru d'abord, confiné sur la presqu'île d'Aden ; on le retrouve sur plusieurs caps rocailleux de la mer Rouge.

PARIS. — Impr. J. CLAYE. — A. QUANTIN et Ce, rue St-Benoît. [1071]

LA

REVUE SCIENTIFIQUE

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

REVUE DES COURS SCIENTIFIQUES (2e SÉRIE)

DIRECTEURS : MM. ANTOINE BREGUET ET CHARLES RICHET

2e SÉRIE — 10e ANNÉE | NUMÉRO 26 | 25 DÉCEMBRE 1880

GÉOGRAPHIE

La mission du haut Niger.

(MISSION GALLIENI.)

A l'époque où M. le général Faidherbe était gouverneur du Sénégal, la question de la jonction de notre colonie au Soudan avait vivement attiré l'attention de son esprit patriotique

La mission confiée à Mage avait pour but de traiter avec le chef incontesté à cette époque du bassin du haut Niger, le fameux El Hadj Omar, contre lequel nos troupes avaient si longtemps combattu. Un traité d'amitié avec le prophète Toucouleur devait assurer l'accès de ces régions inexplorées au commerce français que des forts échelonnés entre Bafoulabé et Bamako protégeraient contre les attaques des tribus insoumises.

Le 1er août 1879, M. Legros, inspecteur général des travaux maritimes, présentait devant la sous-commission du transsaharien, au nom de l'amiral Jauréguiberry, ministre de la marine, un projet destiné à relier le haut Sénégal au grand fleuve du Soudan.

Le ministre, ancien gouverneur du Sénégal, devait plus que tout autre s'intéresser à une entreprise dont le but grandiose, une fois atteint, aurait pour résultat d'attirer sur le marché français les riches produits que les caravanes vont porter aux factoreries de la Gambie et de Sierra Leone. 560 kilomètres environ séparent Médine du pays de Bamako. Une mission partant au commencement de la saison sèche pouvait parvenir au Niger avant l'hivernage, envoyer en France des renseignements précis concernant les pays parcourus et permettre aux brigades topographiques de se livrer à une étude définitive du meilleur tracé à suivre pour relier par une voie ferrée le haut Sénégal au bassin du Niger.

C'était M. le colonel Brière de l'Isle, gouverneur actuel de notre colonie, qui le premier avait proposé au ministère d'envoyer une mission chargée de passer des traités avec les différents chefs indigènes des pays compris entre Bafoulabé, point où se réunissent le Bafing et le Bakhoy pour former le fleuve « Sénégal », et le haut Niger que l'on devait s'efforcer d'atteindre à Bamako. Un voyage préalable à Bafoulabé, accompli par MM. Gallieni et Vallière, officiers d'infanterie de marine, avait donné l'assurance que la route du Soudan nous était ouverte à travers des populations sympathiques. Sur la réponse favorable du département de la marine, l'expédition fit à Saint-Louis ses préparatifs de départ, acheta sur place les cadeaux destinés aux chefs dont on allait rechercher l'alliance et surtout au roi du Ségou, Ahmadou Cheikhou, dont l'influence sur la vallée du haut Niger a été prépondérante jusqu'à ce jour. Grâce à l'énergique activité de M. le colonel Brière de l'Isle, secondé par tous les chefs de service de la colonie, la mission était prête à partir au commencement de cette année.

ORGANISATION DE LA CARAVANE.

M. le capitaine d'infanterie de marine Gallieni, que plusieurs voyages dans le haut Sénégal avaient fait justement apprécier, fut placé par M. le gouverneur à la tête de la mission qui se composait en outre de MM. Pietri, lieutenant d'artillerie de marine qui venait d'explorer le pays compris entre M'Pal et Guédé ; Vallière, lieutenant d'infanterie de marine, compagnon de M. Gallieni dans son voyage à Bafoulabé et qui avait rapporté une carte très remarquable de cette région ainsi que des renseignements techniques précieux pour la voie future, et de M. le docteur Tautain, aide-médecin auxiliaire ; le docteur Bayol, médecin de première classe de la marine, accompagnait l'expédition en qualité de médecin-major et, une fois parvenu à Bamako, devait y résider comme représentant du gouvernement français.

Le 30 janvier 1880, la mission s'embarquait sur l'aviso colonial *le Dakar* pour remonter le Sénégal jusqu'à Mafou, point en amont de Podor à partir duquel le fleuve cesse d'être navigable pour les vapeurs pendant la saison sèche. Tous les bagages avaient été placés sur des chalands qui furent remorqués par l'aviso.

Après un jour passé à Podor, *le Dakar* nous conduisit à Mafou et nous laissa ensuite remonter le fleuve par nos propres moyens. Ceux qui ont navigué sur les fleuves tropicaux pourront se figurer les fatigues endurées pendant un pareil voyage. Il nous fallut 23 jours pour atteindre « Bakel ». C'est dans ce fort que l'expédition se compléta et le 9 mars, la mission quittait la voie fluviale pour prendre la route de Médine. Elle se composait de 5 officiers ; 2 interprètes, Alpha-Sega et Sory et 5 chefs indigènes : Ibrahima et Ibrahimané, fils du chef du Kita ; Daramané, neveu d'un chef de Bamako ; Koumo, neveu du chef de Niagassola et Mamady-Ciré, chef bambara.

L'escorte comprenait 7 spahis du Sénégal et 20 tirailleurs sénégalais. Le train avait fourni 10 hommes, commandés par Sambo, ancien maréchal des logis. Le convoi divisé en 5 sections comprenait 82 âniers ; en tout, 132 personnes et 19 chevaux (10 de l'État, les autres indigènes), 11 mulets et 236 ânes devaient assurer le service et transporter notre matériel.

II. — DE MÉDINE A BAFOULABÉ.

Après avoir franchi les immenses plateaux de grès qui continuent le barrage du Félou, la mission, quittant le territoire de Médine (Khasso), traversa les plaines fertiles du Logo, couvertes de villages peuplés, et arriva, après plusieurs jours de marche, à Boukaria, non loin de la vallée de Mansonnah, à travers laquelle passe la route qui conduit aux mines d'or du Bambouk exploitées aujourd'hui par une maison française du Sénégal, la maison Merle. Nous entrions dans le Natiaga, dont la capitale est Mandsonnah, résidence d'Altiney-Kefi, le chef de cette contrée.

A partir de ce moment la région devient accidentée, la route monte jusqu'aux chutes de Gouina où le fleuve atteint une largeur de 600 mètres. Il coule sur un lit de grès noir où il creuse des *puits* (comme les marmites du Diable dans les Pyrénées et dans les Alpes), remplis de cailloux roulés (noirs, jaunes, rouges), et vient se précipiter d'une hauteur de 14 mètres pour continuer son cours dans la direction de Boukaria dont on aperçoit les hauts plateaux dans le lointain.

Foukara est le dernier village du Natiaga. Le pays est toujours montagneux. Le Marigot de Balougo et le mont Moumania franchis, on entre dans le Barinta, pays inhabité, sauf Makhina, village de 200 habitants situé à 4 kilomètres de Bafoulabé. Nous y arrivons le 30 mars.

La distance entre Médine et notre poste avancé sur le haut Sénégal est de 120 kilomètres (route levée à la boussole de poche et à la montre).

GÉOLOGIE.

En partant de la côte aux environs de Saint-Louis, on rencontre une alluvion très récente où l'on trouve des bancs entiers de coquilles, qui, en certains points du littoral, fournissent une chaux assez médiocre du reste.

La proportion de l'argile va sensiblement en augmentant à partir de quelques kilomètres des rives côtières. La pente du sol est très faible jusqu'à Bakel où émerge le premier massif rocheux correspondant à un premier plateau et à des rapides dans le fleuve.

Les terrains antérieurs à l'alluvion qui constitue le sol ont laissé un certain nombre de témoins s'élevant subitement au-dessus du plan général, et qui devaient former, dans la mer où s'est effectué le dépôt, une série d'îlots ou de récifs.

De Bakel à Médine l'aspect du pays est encore une immense plaine avec des pitons isolés. L'alluvion est plus ancienne que la précédente. L'argile domine. Cette formation appartient à une période qui ne doit pas descendre au-*dessous de la fin* du quaternaire.

A Médine, un nouveau plateau se présente d'où le fleuve se précipite par la tranchée du Félou et les rapides de Soutoukoulé. La plaine supérieure argilo-sableuse encore paraît être un dépôt formé dans un immense lac supérieur, limité par le massif du Félou, les montagnes de la rive droite et de la rive gauche du Sénégal, et le massif de Gouina où commence un troisième plateau.

A une époque qu'il est impossible actuellement de déterminer, le lac du Logo et du Natiaga s'est ouvert un passage dans la barrière ouest, et les eaux s'étant écoulées, le fleuve Sénégal s'est creusé un lit. La formation de ce lac doit être du commencement de la période quaternaire. Le pays continue à s'élever ainsi par gradins successifs. *Les lignes* de démarcation rocheuse et les pitons isolés sont généralement des grès ou des argiles tubulaires métamorphiques. En certains points, on rencontre des lentilles de porphyre ou d'autres formations évidemment ignées.

Si l'on prend Dakar comme point de départ, on trouve immédiatement un terrain de formation ignée (basaltes du cap Manuel, basaltes de Gorée, dépôt de laves et de cendres de la pointe de Dakar, calcaire ancien de Rufisque). Le pays semble appartenir à la même formation volcanique que les îles du cap Vert. Mais c'est là un point isolé ; au delà, à travers le Cayor et le Ferlo, on retrouve les mêmes caractères qu'en remontant le Sénégal.

Les grès métamorphiques et les argiles tubulaires du Félou semblent indiquer l'existence d'un centre volcanique dans l'Afrique qui aura déterminé, à une époque qui n'est pas très éloignée de nous, les mouvements des différents plans constituant le bassin du Niger et du Sénégal.

En résumé, le sol, depuis la côte jusqu'au Niger, peut se représenter par une série d'alluvions de plus en plus anciennes à mesure qu'on s'éloigne, les dernières étant de formation lacustre.

Deux catégories de cours d'eau traversent la région qui nous occupe et vont se jeter dans le Sénégal.

La première comprend les *marigots* et se rencontre plus spécialement entre Médine et le cirque de Mansonnah. Ils ont une largeur médiocre, 40 mètres au plus, un cours irrégulier, fond de sable ou de vase, courant peu rapide, rives

de consistance peu solide. Desséchés pendant la saison sèche, ces marigots se remplissent pendant l'hivernage, non seulement des eaux venant des hauteurs dont ils descendent, mais encore de celles provenant du trop-plein du fleuve qui se déverse ainsi par de nombreuses branches latérales dans les vallées qu'il arrose et féconde au moment de la saison des pluies. Les principaux sont ceux de Laoutou, de Kounda, de Farakatousou, de Fanella et de Diatama.

La deuxième catégorie comprend des torrents qui ont leur origine dans la chaîne principale qui sépare ce pays du Bambouk. Ces cours d'eau, qui durant la saison des pluies sont de véritables rivières d'une largeur moyenne de 100 mètres, présentent le plus souvent un lit profond, parsemé d'énormes blocs de grès. Les principaux torrents sont ceux de Diamon, du Bagouko, du Balougo et du Moumania. Ces deux derniers constituent au moment de l'hivernage deux affluents importants du Sénégal.

Au système hydrographique de la contrée se rattachent les mares ou fondrières qui couvrent le pays pendant la saison des pluies. C'est dans ces plaines boueuses que les indigènes cultivent le riz.

Les vallées du Logo et du Natiaga, la plaine comprise entre le Moumania et Bafoulabé, ainsi que les rives du fleuve, soumises à l'influence des inondations périodiques de l'hivernage, forment l'une des contrées les plus riches du bassin du Sénégal. Le sorgho, le riz, le maïs, le tabac, le coton y viennent très bien. Les Arachides sont pour les habitants du Logo et du Natiaga une source de richesses depuis que ce pays, tranquille sous notre protection, fait transporter ses récoltes à Médine et les échange dans nos comptoirs. L'agriculture mieux encore que l'exploitation des mines d'or du Bambouk, sera pour cette région la source de sa prospérité.

Son voisinage de Médine et la facilité d'arriver à Boukaria, une fois les roches du Félou franchies, permettent d'espérer la création d'une route; d'autre part, la voie du fleuve peut être utilisée en toute saison entre ce point et la chute du Félou. Comme le Guoy et le Kaméra, le Logo et le Natiaga ne tarderont pas à se peupler, et si les habitants se livrent à la culture des arachides, cette région deviendra un des points les plus importants du haut Sénégal.

Il résulte des travaux exécutés par M. Vallière entre Médine et Bafoulabé, qu'il y a entre ces deux points une différence de niveau de 62 mètres, ce qui donnerait une pente moyenne de $0^{m},0005$ par mètre pour la région. Médine est à une hauteur de 36 mètres au-dessus du niveau de lamer.

Les montagnes suivent la rive gauche du Sénégal. Dans le Natiaga, elles présentent un aspect très curieux. Ce sont des pitons isolés formés par des assises de grès. Leur sommet est un plateau uni, dénudé, tandis que leurs versants sont, l'un nettement taillé à pic, l'autre doucement incliné et couvert d'une végétation luxuriante. Le pic le plus élevé est le Moumania qui a 225 mètres d'altitude.

On trouve de nombreux minerais de fer dans cet endroit et les traces des forges prouvent que les Malinkés ont connu et utilisé les ressources métallurgiques de cette région.

La végétation est très riche par moment. Les Baobabs, les fromagers, les tamariniers, les ficus, les karités (arbre à beurre), les acacias, les cail-cédrats, les rhat (*combretum glutinosum*), dont l'écorce bouillie donne une couleur jaune qui sert à teindre les étoffes fabriquées par les Malinkés, les pandanus, les dattiers, sont les principaux représentants de la flore.

La faune comprend des éléphants assez nombreux, mais qui tendent chaque jour à gagner le massif montagneux du Bamboux, des antilopes, des gazelles, des lions, des tigres, des girafes. Les hippopotames, en nombre très considérable dans le fleuve, dévastent les plantations des indigènes. L'ivoire contenu dans les défenses de ces animaux pourrait former une branche importante du commerce. Les serpents sont peu nombreux. Les oiseaux, perruches, merles métalliques, pintades, perdrix grises, tourtourelles, se rencontrent surtout au voisinage des lieux cultivés (lougans).

La région qui borde la rive gauche du fleuve entre Médine et Bafoulabé faisait partie de l'ancien royaume de Khasso, qui formait, il y a cinquante ans, un État compact et puissant, conquis par les Peuls du Bakhounoua sur les Malinkés du Bambouk. Sa capitale était Koniakary. Les tribus Peuls qui avaient envahi le pays et qui l'habitent encore aujourd'hui sont les Diallo, les Sidibé, les Diakité et les Sankharé. Ils parlent généralement un idiome malinké. Ils se sont tous plus ou moins mélangés avec les individus de cette dernière race.

Le royaume du Khasso, désorganisé par ses guerres avec les Bambaras du Kaarta et les Toucouleurs d'El Hadj, a perdu aujourd'hui toute unité et se trouve divisé en provinces indépendantes les unes des autres, savoir : *le Khasso* proprement dit avec Médine pour capitale. Il s'étend jusqu'au marigot de Farakatousou. Il est habité par des Peuls, des tribus Diallo et Sidibé, dont les familles détiennent toute l'autorité du pays : le reste des habitants se compose de castes inférieures, telles que celles des griots, des forgerons, des tisserands et des captifs. Le Khasso comprend une population de 5000 habitants.

Le *Logo*, compris entre le marigot de Farakatousou et celui de Diatama, auprès de Dinguira, est habité par des Malinkés presque purs. Leurs villages sont indépendants les uns des autres. Le chef du Logo s'appelle *Badon*; il a succédé à Niamody, tué à l'attaque du village de Sabouciré par nos troupes. Population de 3000 habitants.

Le *Natiaga,* habité par des Peuls Diakités, mélangés de quelques Malinkés, s'étend du marigot de *Diatama* au torrent de Moumania, sur une longueur de plus de 50 kilomètres. Le Natiaga formait, il y a soixante ans, la province la plus importante du Khasso. Elle était commandée par *Sémounou,* qui résidait à *Mansola,* non loin de l'emplacement de Mansonnah, la capitale actuelle. A cette époque, les forgerons préparaient le fer qu'ils allaient vendre dans le Bambouk. Les villages étaient nombreux. Les habitants faisaient un grand commerce d'or, d'ivoire, de cire, et produisaient du riz en grande abondance. A la mort de Sémounou, une guerre survenue entre les deux familles qui aspiraient à lui succéder, et que représentent les deux chefs actuels de cet État : Mamadou Oury et Altiney Kefi, commença la ruine du Natiaga.

qui fut complétée par les dévastations d'El Hadj Omar. Les habitants de ce pays sont très braves. Ils forment une population de 3000 habitants.

Le *Barinta*, qui va du Moumania à Bafoulabé, est désert sauf le village de Makbina. Les six autres villages ouverts qui existaient ont été détruits par les gens de Gara, fils de l'ancien chef de Kundian et ses alliés, qui ont dernièrement anéanti *Oualtha,* forteresse amie des Toucouleurs de Ségou et que commandait Tiécoro qui en a été réduit à s'enfuir vers ses amis du *Natiaga*. J'arrive ainsi au chiffre approximatif de 11 200 habitants répartis sur les 120 kilomètres qui séparent Médine des rives du Bafing.

J'ai déjà parlé des ressources agricoles et métallurgiques. Quant au bétail, il est peu nombreux. Les chameaux, les bœufs porteurs ne sont pas employés grâce à la nature rocailleuse du terrain et à l'absence de route; les chevaux sont également très rares et résistent difficilement pendant la saison des pluies. Il leur faut les brises de nord-est pour les remettre. Les ânes sont très nombreux et d'excellente qualité. Ils rendent des services pour les transports, quelle que soit la saison. L'importation dans le Logo et le Natiaga comprend principalement le sel, la poudre, le tabac, les cotonnades blanches ou jaunes, l'eau-de-vie, la guinée (étoffe anglaise), les verroteries, etc. Le sel est d'une extrême rareté.

Comme dans toute la Sénégambie, deux saisons se partagent l'année : la saison sèche et l'hivernage ou saison des pluies qui est d'autant plus précoce qu'on avance vers le Niger.

Pendant notre séjour à Médine, du 10 au 22 mars, nos observations, d'après le thermomètre du poste placé à l'ombre et en plein courant d'air, nous ont donné un minimum de 29° à sept heures du matin, et un maximum de 36°,2 à cinq heures du soir. Le baromètre a varié entre 759 et 755 millimètres. Il régnait une légère brise d'est. Le temps était lourd; le ciel était couvert de cumulus grisâtres.

De Médine à Bafoulabé nous avons observé, le 27 mars, à *Gouina,* jour de pleine lune, un halo lunaire magnifique. Le ciel était très pur, les constellations nettes. Le thermomètre marquait 25°,8 à neuf heures du soir, le baromètre 754 millimètres. Pas de brise. Notre maximum de température, 39°,8 a été observé à *Goulougo* à trois heures (après-midi. Le baromètre est descendu à 751 millimètres, le 31 mars, auprès de la mare de Tala Ari.

Le poste de Bafoulabé est placé sur la rive gauche du Bafing à 9 mètres au-dessus du niveau de l'eau, au point où cet affluent se confond avec le Sénégal. On commençait la construction du poste définitif au moment de notre arrivée.

Les essences de toutes sortes abondent dans la magnifique forêt environnante, mais les vivres sont rares. Les bœufs qui servent à la ration sont achetés dans le *Tomora,* sur la rive droite du Sénégal. Autour du fort les ressources sont très faibles; le pays, sauf Makhina, est désert; il faut aller à 21 kilomètres, sur la rive droite du Bafing, pour trouver un point habité : c'est *Kalé,* où réside le chef du Makadougou.

Dr JEAN BAYOL.

TRAVAUX PUBLICS

Le cinquantenaire du chemin de fer de Liverpool à Manchester et la locomotive de Stephenson.

La ville de Liverpool vient de célébrer le cinquantenaire de l'inauguration du chemin de fer ouvert, le 16 septembre 1830 de Liverpool à Manchester, et qui devint le point de départ du réseau de voies ferrées qui a pris plus tard une si grande extension en Angleterre et en Europe. C'est là une date particulièrement importante dans l'histoire des locomotives, car c'est à cette occasion que se produisit la première *machine* possédant les caractères essentiels de nos locomotives actuelles; aussi avons-nous cru devoir, à l'occasion de cette fête, donner quelques détails à ce sujet.

La ligne de Liverpool n'est pas, comme on le sait, la première en date des voies ferrées; car elle fut précédée, en Angleterre, par la ligne de Stockton à Darlington, ouverte depuis cinq années déjà, le 25 septembre 1825, et en France par celle de Saint-Étienne à Lyon, ouverte en 1827, et sur laquelle l'ingénieur français, Marc Séguin, essaya, quelque temps après, la première locomotive tubulaire. Toutefois, dans ces premiers essais, à raison de l'imperfection des machines employées, on disposait seulement d'un appareil de traction entièrement mécanique, mais qui ne donnait pas encore de résultats supérieurs à ceux qu'on pouvait *obtenir* avec les chevaux par exemple, au point de vue de la vitesse et de l'effort moteur. Aussi l'émotion fut-elle considérable, lorsque, au mémorable concours de locomotives, ouvert le 8 octobre 1829 pour l'exploitation de la ligne de Liverpool, George Stephenson produisit une machine capable d'entraîner un poids de 20 tonnes avec une vitesse de 48 kilomètres à l'heure, soit de 800 mètres à la minute, dépassant ainsi celle du meilleur cheval lancé constamment au galop. On comprit alors que ce nouvel engin devait surpasser, sans aucune comparaison possible, tous les moteurs connus jusque-là, et il fut permis d'entrevoir, pour la première fois, l'immense révolution qu'il devait amener dans le monde.

I.

CONCESSION DE LA LIGNE DE LIVERPOOL A MANCHESTER.

Les marchands de Liverpool qui trouvaient leurs affaires gênées par la lenteur des communications avec Manchester demandaient déjà, en 1822, l'établissement d'une voie ferrée allant de Liverpool à Manchester, mais sans qu'on fût fixé d'ailleurs sur le moteur, chevaux, machine fixe ou locomotive, qu'on emploierait définitivement. Une carte intitulée : *A plan and section of an intended railway or tramway from Liverpool to Manchester in the County Palatine of Lancaster,* fut dressée par Vignole sous la direction de MM. John and George Rennie Esq. et présentée par eux au parlement à l'ap-

pui d'une demande en concession qui échoua, néanmoins, en 1825, en raison de l'opposition que ce projet avait rencontrée auprès de beaucoup de personnes, notamment des propriétaires des terrains à traverser et des entrepreneurs de transports dans les deux villes. Elle fut renouvelée l'année suivante et accueillie cette fois avec plus de succès, à la suite de l'ouverture de la ligne de Stockton à Darlington.

Ce fut seulement sur les instances de George Stephenson, et lorsque la nouvelle voie était presque entièrement terminée déjà, que les directeurs se décidèrent à tenter l'essai d'une locomotive et à renoncer à l'emploi d'un câble métallique actionné par 14 machines fixes, réparties sur la voie, comme le prévoyait le projet primitif. On se résolut alors à ouvrir ce concours de Rainhill qui demeurera célèbre dans l'histoire de la locomotive, et un prix de 500 livres sterl. (25 000 fr.) fut offert à la meilleure machine qui remplirait les conditions suivantes :

1° Elle devait brûler elle-même sa propre fumée, comme l'exigeait l'acte d'autorisation ;

2° Elle devait présenter un poids de 6 tonnes et tirer régulièrement un train d'un poids de 20 tonnes y compris le tender et son chargement, avec une vitesse de 10 milles (16 kilomètres, 6) à l'heure et une pression de vapeur ne dépassant pas 50 livres ($3^{kg},5$);

3° Le bouilleur devait avoir deux soupapes de sûreté, dont une placée hors de l'action du mécanicien ; il devait être impossible de les caler ;

4° Le mécanisme et la chaudière devaient reposer sur six roues par l'intermédiaire de ressorts de suspension ; la hauteur totale jusqu'au sommet de la cheminée devait être de $4^{m},54$;

5° La machine avec sa chaudière pleine ne devait pas présenter un poids supérieur à six tonnes ; on préférerait d'ailleurs un moteur moins lourd afin de ne pas trop charger les rails ; et si le poids était seulement de $4^{t},5$, il suffirait d'employer quatre roues. Le bouilleur devait être essayé à une pression de 150 livres (10 kilogrammes).

6° Un manomètre à mercure devait être fixé sur la chaudière et indiquer toute pression supérieure à 45 livres ($3^{kg},15$) ;

7° La machine devait être livrée, entièrement achevée et prête pour l'essai à Liverpool, le 1er octobre 1829.

8° Le prix ne devait pas dépasser 550 liv. sterl. (27 500 fr.).

Ce programme fut publié par tout le royaume, et un grand nombre de machines furent construites pour le concours. Toutefois, 4 seulement se présentèrent au jour fixé. C'étaient :

1° Le *Sans-Pareil* de Timothée Hackworth ;

2° La *Novelty* (*la Nouveauté*), de Braitwaith et Ericson ;

3° La *Perseverance* de Burstall, qui fut exclue du concours comme ne remplissant pas les conditions imposées, car elle ne put atteindre la vitesse prescrite ;

4° Le *Rocket* (*la Fusée*), construite par Robert Stephenson sur les dessins de George Stephenson, son père.

Le concours fut ouvert le 8 octobre 1829 sur une section de 1 kilomètre environ à Rainhill près de Liverpool, et il se termina, comme on sait, par une victoire éclatante du *Rocket*, qui parvint, à la surprise générale, à dépasser de beaucoup les limites imposées au programme pour la vitesse et l'effort de traction, tandis que ses rivaux ne purent les atteindre et se trouvèrent complètement hors de service au bout de quelques voyages seulement.

II.

MACHINES EXPOSÉES A RAINHILL.

Le *Sans-Pareil* ne répondait pas entièrement aux conditions imposées dans le concours, car la machine n'avait pas de ressorts ; elle était portée sur six roues et pesait $4^{t},15$; le tender chargé pesait $3^{t},6$. La chaudière était disposée comme les premières chaudières tubulaires de Seguin, elle était traversée par un gros tube à fumée, allant jusqu'à l'extrémité et revenant ensuite à son point de départ pour déboucher dans la cheminée. Celle-ci était placée, dès lors, avec la grille du foyer à l'arrière de la machine. Les cylindres étaient au nombre de deux, suivant une disposition adoptée pour la première fois, en 1825, par Hackworth lui-même, et ils agissaient sur le même essieu. La vapeur d'échappement débouchait dans la cheminée et déterminait ainsi, comme dans nos machines actuelles, un appel d'air plus énergique dans le foyer.

La *Novelty* dont la figure 47 représente la vue extérieure comprenait une chaudière verticale A, disposée à l'arrière, au-dessus du foyer. Celui-ci était maintenu habituellement fermé, et on engageait le combustible en ouvrant une trappe placée à l'extrémité d'un tube traversant la chaudière.

L'appel d'air était fortement augmenté au moyen d'un jet de vapeur débouchant en C. L'eau d'alimentation était réchauffée sur son passage en E; la machine portait elle-même son approvisionnement d'eau et de combustible dans la bâche B; elle n'avait qu'un seul cylindre moteur représenté en D.

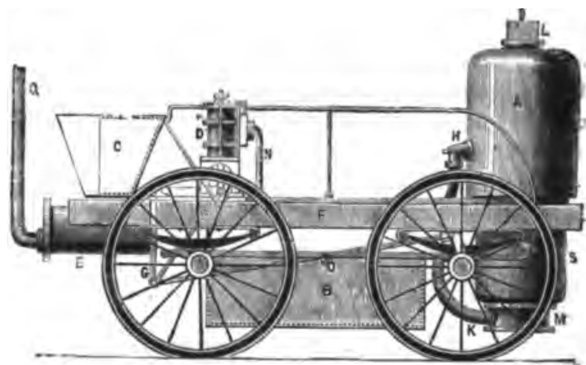


Fig. 47. — Vue extérieure de la *Nouveauté*.

On voit par cette rapide description et surtout par la figure 47 combien ces deux machines étaient différentes de nos locomotives actuelles, dans lesquelles les tubes à fumée, souvent au nombre de plus de 200, agrandissent dans une si forte proportion la surface de chauffe et permettent d'obtenir par là, un dégagement de vapeur beaucoup plus

considérable. C'est ainsi que les grosses machines à marchandises arrivent à entraîner un poids supérieur à 600 tonnes, tandis que la machine du concours de Rainhill n'atteignait guère 20 tonnes.

Le *Sans-Pareil* entraîna 3 wagons chargés pesant ensemble 10 tonnes environ avec une vitesse de près de 22 kilomètres. Au bout de 8 voyages, la machine dut s'arrêter, car la pompe d'alimentation se trouvait hors de service. En outre, la consommation de cette machine était développée d'une manière exagérée; sous l'influence du jet de vapeur, elle atteignait 0 k., 5 par litre d'eau vaporisé.

La *Novelty* tira 2 wagons chargés, pesant 7 tonnes; mais au bout d'un parcours de 5 kilomètres, le tuyau d'alimentation se creva, et les essais furent interrompus.

Le *Rocket* (*la Fusée*), dont la figure 48 reproduit la vue extérieure, comprenait une chaudière tubulaire et cylindrique, dont les deux extrémités étaient formées par des parois planes; elle avait 1m,82 de long et 1m,02 de diamètre. A l'arrière, était fixée une caisse quadrangulaire ou *poêle* analogue à la boîte à feu des machines actuelles ayant 0m,91 de large, 0m,61 de long et 0m,91 de haut. A l'intérieur de cette caisse était disposé le foyer avec sa grille dans le fond. Entre les parois latérales de la boîte à feu et celles du foyer, Stephenson avait conservé un espace de 76 millimètres environ de largeur qui était toujours maintenu plein d'eau. Ce vide était supprimé toutefois sur la paroi postérieure du foyer et au bas de la plaque tubulaire qui était garnie de briques. Le ciel du foyer n'était pas recouvert d'eau; mais il ne paraît pas que cette disposition ait jamais entraîné plus tard, en service, les dangers qu'on redouterait aujourd'hui; sans doute parce que la pression était assez basse dans la chaudière et la combustion peu active dans le foyer. Les parois latérales étaient consolidées au moyen d'entretoises et réunies au corps cylindrique proprement dit par deux tubes disposés à l'extérieur et destinés à permettre la circulation de l'eau et de la vapeur dégagée.

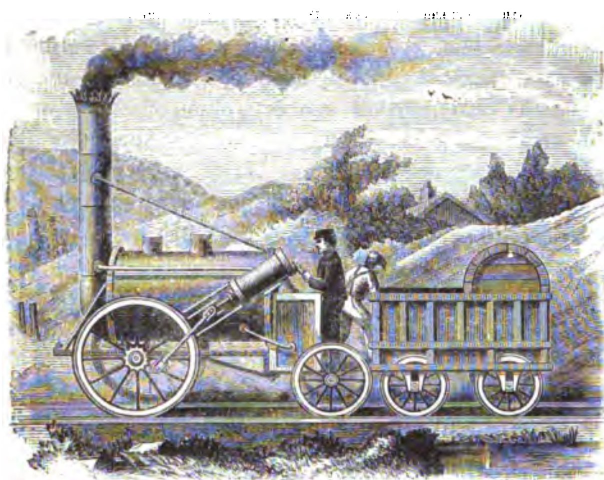


Fig. 48. — Vue extérieure de la *Fusée*.

Le corps cylindrique était traversé par 25 tubes en cuivre de 76 millimètres de diamètre, débouchant dans la cheminée à l'avant de la machine. La pose de ces tubes présentait alors des difficultés exceptionnelles; Stephenson dut entreprendre bien des essais infructueux avant d'obtenir un joint réellement étanche, et il n'y réussit qu'en disposant à l'extrémité des tubes, pour les maintenir bien appliqués au contact de la plaque tubulaire, des viroles analogues à celles qu'on emploie actuellement. Le véritable inventeur de ce procédé est encore inconnu malheureusement; cependant il rendit un service signalé ne permettant d'augmenter la surface de chauffe et, par suite, la puissance de la locomotive d'une manière aussi considérable par l'emploi des tubes à fumée. La surface de chauffe totale se trouvait ainsi amenée à 10mq,7, tandis que celle de la grille était seulement de 0mq,55, et la surface de chauffe directe de 1m,80. On voit sur la figure que la cheminée était élargie à la base pour embrasser entièrement la plaque tubulaire d'avant et tenir ainsi lieu de boîte à fumée.

Les cylindres étaient placés de chaque côté de la chaudière, et les deux pistons agissaient chacun sur l'une des roues de l'essieu moteur. Le diamètre était de 0m,20 et la course de 0m,41. Toutefois, il serait impossible d'affirmer que le type primitif avait exactement ces dimensions, car la machine fut modifiée plus tard à diverses reprises, même dans ses parties essentielles (1).

La distribution était commandée par deux excentriques séparés, fixés sur l'essieu moteur et actionnés par deux tiges correspondantes que le mécanicien tirait à lui quand il voulait renverser la marche. Les roues de la machine étaient en bois et munies de bandages en fer. Les roues motrices avaient un diamètre de 1m,435 et les roues porteuses, 0m,98.

Le poids de la machine pleine était de 4t,5, celui du tender de 3t, 1/4. La consommation de coke par litre d'eau vaporisé était de 0 k. 17, soit deux fois plus faible que celle du *Sans-Pareil*.

Le *Rocket* fut mis en service, après sa victoire, sur la ligne de Liverpool à Manchester, et Stephenson construisit ensuite dans ses ateliers d'autres machines sur le même type, qu'il modifia cependant toutefois peu à peu. Le *Rocket* lui-même subit également des changements importants, si bien qu'il est difficile aujourd'hui de préciser les dimensions principales de ce vétéran des locomotives modernes. Cette machine ne resta pas d'ailleurs constamment sur la ligne de Manchester; elle fut vendue à lord Dundwald et passa ensuite dans un atelier de Manchester; puis elle fut rachetée par M. Thompson qui la céda à Robert, fils de George Stephenson; ce premier spécimen de la machine qui a exercé la plus grande influence sur la civilisation actuelle est actuellement exposé au musée de Kensington.

Quant à George Stephenson, il vécut entouré de l'estime et de la considération générales, et il mourut en 1848, à l'âge de soixante-six ans, après avoir assisté au merveilleux déve-

(1) Consultez à ce sujet la biographie de Smiles, l'intéressante description de Nicholas Wood, et les *Resources of the Tyne, Wear and Tees*.

loppement des machines qu'il avait contribué à créer, et il fut enterré dans l'église de la Triuité à Chesterfield.

III.

INAUGURATION DE LA LIGNE DE LIVERPOOL A MANCHESTER.

La construction de la ligne de Liverpool à Manchester fut achevée six mois environ après le mémorable concours de Rainhill, au milieu de difficultés sans nombre tenant d'une part aux hostilités qu'elle rencontra, et d'un autre côté à la nature du sol de certaines régions qu'elle devait traverser. Stephenson, qui était également chargé des travaux d'établissement de la voie, sut triompher heureusement à la fois de la défiance générale par son esprit et sa persévérance, et des obstacles matériels par son talent d'ingénieur consommé.

Nous citerons en particulier le procédé audacieux et demeuré justement célèbre qu'il adopta pour la traversée du *Chat Moss,* sorte de tourbière marécageuse dont les sondages n'avaient jamais pu atteindre le fond. Il employa pour soutenir la voie, dit M. Thurston dans son *Histoire de la machine à vapeur,* un mélange de tourbe et de gazon ; il constitua ainsi sa chaussée de matériaux moins lourds que les eaux bourbeuses du marais, et il obtint une sorte de remblai *flottant* sur lequel il posa ses rails. Ce procédé remarquablement économique réussit parfaitement, à la grande surprise universelle.

Les dépenses de la construction s'élevèrent à 400 000 livres (10 millions de francs pour une ligne de 50 kilomètres, soit 20 000 francs par kilomètre), d'après un devis dressé par Stephenson, et reproduit par l'*Engineering* à l'occasion du cinquantenaire.

La ligne fut entièrement terminée au mois de juin 1830, et le premier train qui la parcourut fut remorqué le 14 de ce mois par la machine l'*Arrow* (la Flèche), qui avait été construite elle-même sur le type du *Rocket.* Le trajet fut accompli en une heure et demie, et le train atteignit une vitesse maxima de 40 kilomètres à l'heure.

La ligne fut livrée à la circulation le 15 septembre 1830 et l'inauguration en fut célébrée avec de grandes cérémonies, en présence de personnages officiels, le duc de Wellington et sir Robert Peel. Stephenson avait construit déjà sept autres locomotives qui furent toutes attelées pour cette fête avec le *Rocket* en tête du train dans lequel avaient pris place les invités au nombre de 772. Toute la population de Liverpool s'était massée le long de la ligne, et elle accueillit, par ses vivats enthousiastes, ce spectacle tout à fait nouveau, lorsque le train passa devant elle, en débouchant du tunnel voisin de Liverpool, à une vitesse de près de 30 kilomètres à l'heure ; certaines places de spectateurs avaient été payées jusqu'à une demi-couronne, d'après le récit publié par l'*Annual Gazette* de 1830.

Dans le cours du voyage, le *Northumbrian* qui tenait la tête, sous la conduite de George Stephenson lui-même, accéléra ou ralentit sa marche suivant les cas, afin de permettre au duc de visiter l'état de la voie et des travaux d'art. A Parkside, les locomotives s'arrêtèrent pour prendre de l'eau, et le *Northumbrian* vint se ranger sur une voie d'évitement avec la voiture du duc, afin que tout le train pût défiler devant lui. C'est à cette occasion que se produisit le premier accident de chemin de fer, triste prélude de ceux que le nouvel engin devait entraîner dans la suite. M. Huskisson, député de Liverpool, qui était descendu de sa voiture pendant l'arrêt, était resté sur la ligne, au mépris des instructions prescrites à tous les voyageurs, et il fut atteint à la jambe par le *Rocket.* Il fut ramené immédiatement, à toute vitesse, à Liverpool, où il arriva au bout de vingt-cinq minutes seulement, et il y mourut le lendemain des suites de sa blessure.

La ligne de Manchester à Liverpool fut ouverte au public dès le 16 septembre ; le premier train public parti de Liverpool dans la matinée fit le voyage complet en une heure et demie, et il en revint dans la soirée. Les jours suivants, on fit trois trains par jour, et peu à peu on arriva à en étendre le nombre et à les faire partir à des heures fixes.

Le premier indicateur officiel fut établi par la Compagnie le 20 juillet 1832 ; les renseignements qu'il contient mentionnent seulement les heures de départ des trains, sans indiquer les heures d'arrivée. Comme c'est là un document tout à fait curieux pour l'histoire des chemins de fer, nous avons cru devoir le reproduire en entier, en en respectant l'ordonnance générale.

VOYAGE

PAR LE

Chemin de fer de Liverpool à Manchester

Les directeurs ont l'honneur d'informer le public que des trains de plusieurs voitures partent de la station de Liverpool, rue de la Couronne, et de la station de Manchester, rue de Liverpool, dans l'ordre suivant :

HEURES DE DÉPART

(*Les trains de seconde classe étaient marqués en rouge*)

De Liverpool		De Manchester	
Sept heures	Train de 1re cl.	Sept heures	Train de 1re cl.
Sept heures et quart	Train de 2e cl.	Sept heures et quart	Train de 2e cl.
Dix heures	Train de 1re cl.	Huit heures	Train de 2e cl.
Dix heures et demie	Train de 2e cl.	Dix heures	Train de 1re cl.
Douze heures	Train de 2e cl.	Douze heures	Train de 2e cl.
Deux heures	Train de 1re cl.	Une heure	Train de 2e cl.
Trois heures	Train de 2e cl.	Deux heures	Train de 1re cl.
Quatre heures	Train de 2e cl.	Trois heures	Train de 2e cl.
Cinq heures	Train de 1re cl.	Cinq heures	Train de 1re cl.
Cinq heures et demie	Train de 2e cl.	Cinq heures et demie	Train de 2e cl.

N. B. Les derniers trains, les jours du marché de Manchester (mardis et jeudis), quitteront Manchester à six heures au lieu de cinq heures et demie.

DIMANCHE

Sept heures	Train de 2e cl.	Cinq heures	Train de 1re cl.
Huit heures	Train de 1re cl.	Six heures	Train de 2e cl.

PRIX

Par train de 1re classe, *voiture* à 4 places d'intérieur....	6 sh. 0 d. (7 fr. 50)
Id. id. à 6 places d'intérieur....	5 sh. (6 fr. 25)
Par train de 2e classe, *voitures munies de glaces*.......	5 sh. (6 fr. 25)
Id. *voitures découvertes*............	3 sh. 6 d. (4 fr. 35
Prix du transport d'une voiture à quatre roues........	20 sh. (25 fr.)
Id. d'une voiture à deux roues..........	15 sh. (18 fr. 75)

On prend également des voyageurs et des marchandises aux Bureaux de la Compagnie à Liverpool et à Manchester, pour

WARRINGTON

PRIX, de Liverpool ou de Manchester. Première classe. ...	**4 sh. (5 francs)**
— Deuxième classe.....	**3 sh. (3 fr. 75)**

LIVERPOOL A BOLTON

HEURES DE DÉPART

Onze heures du matin, cinq heures et quart de l'après-midi, et un seul départ le dimanche à cinq heures et demie de l'après-midi. Prix : intérieur, 5 sh. (6 fr. 25) ; extérieur, 3 sh. 6 d. (4 fr. 35).

Bureau du chemin de fer. Liverpool, 1832.

On remarquera qu'il y avait alors deux sortes de trains, les uns composés uniquement de voitures de première, et les autres de voitures de seconde classe.

Cet indicateur prévoit 10 trains par jour, tandis qu'aujourd'hui le nombre des trains dépasse 40, et que la durée du voyage est réduite pour les express d'une heure et demie à 45 minutes.

L. Baclé.

PHYSIOLOGIE

Les mouvements centripètes et centrifuges.

Les lecteurs de la *Revue scientifique* n'ont pas oublié un remarquable travail de M. Carl Vogt, paru dans le numéro du 26 juin dernier, et intitulé : *L'écriture au point de vue physiologique*. Dans ce mémoire, le savant professeur de Genève, après avoir longuement disserté sur les écritures centripète (de droite à gauche) et centrifuge (de gauche à droite), concluait en soutenant que « la direction des lignes ne dépend pas d'une nécessité physiologique, mais seulement de conditions extérieures ».

Les recherches que je poursuis depuis longtemps sur le même sujet m'ont conduit, au contraire, à penser que l'écriture, comme tous les mouvements et tous les gestes en général, dépend d'une nécessité physiologique et par conséquent anatomique. C'est ce que je me propose de démontrer en étudiant non seulement l'écriture, mais tous les autres mouvements qui peuvent s'exécuter avec les adducteurs ou avec les abducteurs.

Espèce. — Les quadrupèdes ne possèdent que les mouvements verticaux d'arrière en avant et d'avant en arrière et ne peuvent exécuter de mouvements horizontaux ou latéraux. Cependant, certains quadrupèdes font des mouvements centripètes. Le chat, par exemple, donne des tapes centripètes en rapprochant sa patte de l'axe du corps.

Les singes, qui tiennent le milieu entre les quadrupèdes et les bipèdes, n'exécutent guère que des mouvements centripètes. Pour s'en convaincre, il suffit de passer quelques heures devant la cage des singes au Jardin des Plantes. On verra que ces animaux, en se battant, donnent des tapes avec la paume et non avec le dos de la main. Les dresseurs de singes que j'ai consultés ont confirmé mes observations sur ce point. Les singes n'exécutent donc que les mouvements centripètes. Seul, l'homme peut exécuter des mouvements centrifuges.

Cette évolution physiologique des mouvements qui sont successivement verticaux, puis latéraux, centripètes, puis centrifuges, à mesure qu'on s'élève des quadrupèdes à l'espèce humaine, n'est que le résultat d'une évolution anatomique que Broca a très bien décrite dans son ouvrage intitulé : *l'Ordre des primates*, et dans lequel sont exposées les différences anatomiques qui séparent l'homme des singes et des quadrupèdes au point de vue des organes de la locomotion. La main qui est naturellement en pronation chez le quadrupède et le singe tourne peu à peu de dedans en dehors et se trouve en supination chez l'homme. Nos traités d'anatomie décrivent le membre supérieur comme si la main tombait en supination, la paume en avant, le pouce en dehors. On comprend donc que les mouvements centripètes d'adduction soient seuls possibles chez le quadrupède et le singe, puisqu'ils font revenir la main à la pronation, sa position naturelle. On comprend aussi que les mouvements centrifuges l'emportent chez l'homme, puisqu'ils tendent à mettre la main en supination.

Je n'insisterai pas sur les différences anatomiques concomitantes : torsion de l'humérus, mobilité du radius. Le deltoïde et les muscles qui s'insèrent sur les tubérosités de l'humérus sont adducteurs chez les quadrupèdes et abducteurs chez les bipèdes. Il est facile de constater que les abducteurs sont plus développés et plus puissants chez l'homme que chez les singes, dont les membres, pour cette raison, paraissent grêles. Les faits physiologiques que je vais passer en revue doivent tenir également à la plus ou moins grande prédominance des abducteurs, qui ne sont pas également développés chez tous les hommes.

Race. — D'après mes recherches, les mouvements sont plutôt centripètes que centrifuges chez les races primitives ou inférieures, et plutôt centrifuges que centripètes chez les races supérieures. Un mouvement centripète chez une race primitive devient centrifuge à mesure que cette race évolue. Le sanscrit, le perse, le grec, se sont écrits de droite à gauche avant de s'écrire de gauche à droite. De même, nos chronomètres se sont montés de droite à gauche (voir les oignons de nos ancêtres), avant de se monter de gauche à droite. Toutefois, les Anglais sont en retard à ce point de vue puisque, chez eux, les pas de vis sont encore dirigés de droite à gauche (ce qui, entre parenthèse, gêne considérablement nos fabricants qui exportent en Angleterre), et que la plupart des montres anglaises se montent encore comme nos vieux oignons. Disons toutefois que le nombre des chronomètres se montant comme les nôtres augmente tous les jours en Angleterre. D'autre part, les Américains des États-Unis, qui sont en grande partie des Anglais transformés, sans doute plus avancés en évolution que ceux du continent, ne se servent que de montres se montant de gauche à droite, et repoussent l'ancien système encore en usage en Angleterre.

L'écriture est centripète chez les races inférieures anciennes et actuelles : sémitique, phénicienne, hébraïque, assyrienne, arabe, chinoise, japonaise, nègre, etc.

Chez les races supérieures, non seulement on écrit de gauche à droite, mais encore on commence un plan, un dessin, un trait, des ombres, par la gauche ; on décrit une circonférence d'une façon centrifuge, c'est-à-dire dans le sens des aiguilles d'une montre. Dans nos dessins, sur nos monuments, les ornements symétriques sont centrifuges en partant de la ligne médiane. Quand on esquisse un profil à l'endroit, c'est-à-dire regardant à gauche, on dessine les traits horizontaux de l'œil, de la bouche, du menton, de gauche à droite. Si on l'esquisse dans l'autre sens, c'est-à-dire regar-

dant à droite, on fait encore les traits horizontaux de gauche à droite, c'est-à-dire de la partie postérieure de la tête vers la partie antérieure, tandis que, dans le premier cas, on les dessinait en partant du profil même.

Considérons d'autres mouvements : on tourne un bouton de porte, un tire-bouchon, une vis, une vrille, un robinet, une clef de porte, de lampe ou de montre, etc., de gauche à droite. C'est aussi de gauche à droite qu'on tourne un vilebrequin, une manivelle de moulin à café, d'orgue de barbarie, une roue, etc. Dans toutes les professions, on travaille dans un certain sens qui est généralement centrifuge : on range des livres, on ratisse une cour ou une allée, on bêche un champ en allant toujours de gauche à droite.

En résumé, les mouvements centrifuges, caractérisant les races supérieures, sont un signe de supériorité marquant le dernier terme de l'évolution.

Sexe. — Les femmes exécutent plutôt des mouvements centripètes et les hommes des mouvements centrifuges. C'est ainsi que les femmes donnent des tapes avec la paume de la main et les hommes avec le dos de la main. D'après mes observations, les hommes font une circonférence dans le sens des aiguilles d'une montre, et les femmes en sens contraire.

Enfin, une dernière preuve à l'appui de ma thèse, c'est que tous les vêtements de femme, depuis la chemise jusqu'au manteau, se boutonnent de droite à gauche, tandis que les vêtements d'homme se boutonnent tous de gauche à droite. Quand une femme revêt un habit d'homme, elle le boutonne avec la main gauche, d'une façon centripète, ne pouvant sans doute le boutonner avec la droite, d'une façon centrifuge.

Age. — Les enfants exécutent plutôt des mouvements centripètes que centrifuges. C'est ainsi qu'ils ne donnent jamais de tapes avec le dos de la main comme les adultes. Les jeunes enfants ont la main naturellement en pronation et conservent cette attitude même quand ils tiennent leur cuiller à table. D'après des expériences que j'ai faites dans des salles d'asile et dans des écoles, presque tous les enfants au-dessous de six ans font des circonférences à la façon des femmes et tracent des lignes horizontales de droite à gauche. Les écoliers qui jouent à l'*anguille* font des raies dans le sable, de droite à gauche, en rapprochant le pied droit du gauche, tandis que les adultes font les mêmes raies de gauche à droite. De même, d'après mes expériences, les jeunes enfants tournent la clef d'une montre ou la manivelle d'un moulin à café de droite à gauche, tandis que les adultes exécutent les mêmes mouvements de gauche à droite.

Mais ce qu'il y a de plus remarquable chez les enfants de trois et quatre ans, c'est qu'ils ont une tendance à écrire et à lire de droite à gauche, comme les races inférieures. Ces enfants, abandonnés à eux-mêmes, font toujours les bâtons de droite à gauche, jusqu'à ce qu'on leur apprenne à les faire de gauche à droite. Un enfant qui commence à épeler veut lire les mots et même les lignes en commençant par la fin. C'est ainsi qu'une petite fille appelée *Marot,* ayant voulu lire son nom devant moi, l'a épelé à l'envers et a lu *Toram.*

Suivant moi, cette tendance des enfants à écrire et à lire de droite à gauche, comme les races primitives ou inférieures, est un fait d'atavisme qui prouve que les phases de l'évolution sont toujours les mêmes et que vraisemblablement nos ancêtres préhistoriques ont dû écrire de droite à gauche avant d'écrire comme nous de gauche à droite.

Constitution. — Les mêmes mouvements sont exécutés d'une façon centrifuge par les individus intelligents et d'une façon centripète par les autres. En voici plusieurs exemples : dans une classe de mathématiques, les bons élèves décrivent une circonférence dans le sens des aiguilles d'une montre et les cancres en sens contraire. « Cela est d'autant plus frappant, m'écrivait un professeur du lycée Saint-Louis, que ces élèves ont assisté pendant de longues classes à des tracés faits par nous et par leurs camarades. Cela ne les empêche pas de choisir le sens rétrograde. » De même parmi les dessinateurs, ceux qui sont capables de composer décrivent toujours une circonférence dans le sens direct, tandis que ceux qui ne savent que copier la décrivent, comme les femmes et les enfants, en sens inverse. Autre exemple : tandis que les cordons bleus nettoient une assiette ou tournent une sauce dans le sens des aiguilles d'une montre, les bonnes inintelligentes lavent la vaisselle en sens contraire. On peut donc juger presque à coup sûr un élève, un dessinateur et une domestique à la façon dont ils exécutent les mouvements précités.

Dans les écoles et dans les salles d'asile, j'ai observé que les enfants chétifs, en retard au point de vue physique et intellectuel, décrivent des circonférences, tracent des raies, tournent une clef de montre et une manivelle de moulin à café de droite à gauche.

D'après des expériences que j'ai faites à l'asile Sainte-Anne avec l'aide de M. le docteur Doutrebente, les idiots ne peuvent donner des tapes avec le dos de la main et exécutent difficilement les mouvements latéraux. Un des idiots sur lesquels nous avons expérimenté ratissait en avançant ou en reculant, sans pouvoir, malgré nos instances, déplacer son rateau à droite ou à gauche. Un autre atteint de folie religieuse ratissait de droite à gauche au lieu de ratisser de gauche à droite, comme tout le monde.

Ainsi les idiots exécutent des mouvements plutôt verticaux que latéraux et plutôt centripètes que centrifuges. Au contraire, les individus intelligents et avancés en évolution sont portés à exécuter des mouvements horizontaux et centrifuges.

Psychologie. — Au point de vue psychologique, les gestes centripètes marquent les idées primitives, égoïstes, rétrogrades. On connaît l'attitude de l'avare qui tient son trésor et celle du poltron en présence d'un danger. Au contraire, les gestes centrifuges expriment les idées et les passions généreuses, expansives, altruistes : générosité, largesse, franchise, enthousiasme, courage, etc. Le geste de l'acclamation, par exemple, est aussi élevé, aussi en dehors, aussi centrifuge que possible.

« Le plaisir, dit M. Charles Richet, répond à un mouvement d'épanouissement, de dilatation, d'extension. Au contraire, dans la douleur on se rapetisse, on se referme sur soi ; c'est un mouvement général de flexion. »

Au point de vue psychologique comme aux autres points de vue, les gestes centripètes caractérisent donc l'infériorité et les centrifuges la supériorité.

Conclusion. — Il résulte de cette étude que les mouvements centrifuges, d'abduction, de supination semblent l'emporter chez les organismes et les parties les plus avancées en évolution : espèce humaine, races humaines supérieures, hommes, adultes, individus intelligents, côté droit, train supérieur.

Au contraire, les mouvements centripètes, d'adduction, de pronation paraissent prédominer chez les individus et les parties moins avancés en évolution : quadrupèdes, singes, races humaines inférieures, femmes, enfants, individus peu intelligents, côté gauche, train inférieur.

En somme, l'évolution physiologique des mouvements, conséquence de l'évolution anatomique des membres, va des centripètes aux centrifuges. L'anatomie et la physiologie comparées expliquent donc pourquoi non seulement l'écriture, mais encore les autres mouvements sont d'abord centripètes pendant les premières phases du développement organique, tant que les adducteurs l'emportent sur les abducteurs, et deviennent centrifuges en raison même des progrès de l'évolution qui amènent la prédominance des abducteurs sur les adducteurs.

D[r] GAETAN DELAUNAY.

BULLETIN DES SOCIÉTÉS SAVANTES

Académie des sciences de Paris

SÉANCE DU 13 DÉCEMBRE 1880.

M. *Daubrée* annonce que le lac d'eau bouillante qui occupait le cratère du volcan de la Dominique (Antilles anglaises) a disparu. C'est maintenant une sorte de vaste cirque, dont les parois, presque à pic, sont formées de roches feldspathiques. Son fond est à sec, sauf en un point, d'où sort une source d'eau bouillante, rendue noirâtre par les matières pierreuses qu'elle tient en suspension. Cette eau s'écoule constamment par une brèche naturelle, pour rejoindre une rivière. L'aspect entier du district sulfureux s'est transformé, par suite de l'apparition d'une douzaine de solfatares et de geysers. L'analyse de ces eaux a été faite à l'École des mines : elles sont caractérisées par l'abondance du chlorure de potassium, dont la proportion n'est pas de beaucoup inférieure à celle du chlorure de sodium.

— M. *Trécul,* en observant un grand nombre de jeunes inflorescences, dans l'épi des *lolium* (graminées), a trouvé que le rameau premier-né de chaque série peut être placé à des hauteurs très variables ; il peut se trouver près du sommet, ou au quart, ou au tiers supérieur du rachis, ou même vers la moitié de la hauteur, ou vers le tiers ou le quart inférieur et plus bas encore.

— M. *Gylden :* Sur l'orbite que parcourt un point matériel attiré par un sphéroïde.

— M. *Cornu,* étudiant les conditions de reproduction des végétaux parasites, applique ces notions scientifiques à la prophylaxie des maladies parasitaires de la vigne.

L'*oïdium* et l'anthracnose n'ont pas de spores dormantes; leur présence n'empêcherait pas d'utiliser les débris des plantes. Mais ces deux parasites demeurent sur les rameaux; il convient donc d'enlever les parties malades : pour l'*oïdium*, le bois taché ; pour l'anthracnose, les parties cariées. Étendu à la totalité du cep, ce traitement aurait l'avantage de détruire, à la fois, l'œuf d'hiver du phylloxera et la pyrale, ce qui exige souvent une opération spéciale dans le Midi et dans l'Ouest. Les feuilles, les rameaux détachés par la taille, peuvent contaminer les vignes si on les abandonne sur le sol, à l'humidité, dans des conditions où les parasites peuvent continuer leur évolution; il faut donc les recueillir et les emporter loin des cultures. L'existence du *Peronospora viticola* commande de les *brûler;* les cendres pourraient alors être utilisées comme amendements. En les détruisant ainsi, on empêchera la réapparition des germes dans une proportion considérable; la préservation sera efficace surtout si l'on prend quelques précautions pendant les premières années; il ne faut pas laisser les spores dormantes s'accumuler dans le sol : le mal serait bien plus difficile à combattre.

— M. *Campana* a trouvé sur des lambeaux d'écorce de souches de vigne les œufs d'hiver du phylloxera, dans les vignes du Soler (Pyrénées-Orientales).

— M. *Lafaurie* recommande comme procédé d'application du sulfure de carbone l'émulsion de ce liquide avec une solution d'algues, en particulier celle qui est connue sous le nom de *mousse du Japon.* La substance se solidifie et émet très lentement des vapeurs de sulfure de carbone. Il y a donc intérêt à enfouir des morceaux de ce composé autour des radicelles malades.

— MM. *Schulhof* et *Bossert :* Sur la comète Swift (*e* 1880).

— M. *S. Glasenapp :* Influence de la pente de réfringence sur la réfraction astronomique.

— M. *G. Darboux :* Sur le contact des coniques et des surfaces.

— M. *Appell :* Sur une classe d'équations différentielles linéaires.

— M. *J. Collet :* Sur l'intégration des équations aux dérivées partielles du premier ordre.

— M. *Mittag-Leffler :* Sur les équations différentielles linéaires du second ordre.

— M. *U. Dühring :* Réclamation de priorité, au sujet de la loi des températures d'ébullition correspondantes.

— M. *Mercadier* démontre que les effets radiophoniques peuvent être produits par des sources dont l'éclat lumineux intrinsèque est faible, et même par des radiations invisibles uniquement calorifiques. On peut entendre les sons radiophoniques provenant des lampes oxyhydriques et des lampes à gaz sans lentilles de concentration ; il suffit de les approcher le plus possible de la roue interruptrice en verre, en limitant le faisceau émis à l'aide d'un diaphragme.

En chauffant un fil de cuivre à la lampe oxyhydrique, on obtient une source de radiations d'abord invisibles, mais dont la température peut être peu à peu portée au rouge sombre et au rouge clair. Or, dans ce dernier état, on entend très nettement les sons produits par cette source si peu lumineuse, et si l'on éteint le chalumeau, on entend des sons d'intensité décroissante, il est vrai ; mais on les entend encore quand le disque est invisible dans l'obscurité. Ce dernier effet peut être produit d'une manière continue, en modérant assez

la flamme du chalumeau pour que le disque conserve une température un peu inférieure à celle du rouge naissant. On peut faire sans difficulté cette observation avec des récepteurs en verre ou en mica, minces et enfumés, et l'on a ainsi un véritable thermophone.

— M. *Mercadier* indique une méthode nouvelle et économique de produire des signaux lumineux intermittents.

La source lumineuse s'obtient par la combustion du pétrole à l'aide de l'oxygène. On opère cette combustion facilement dans une lampe à mèche ronde ; au centre s'élève un tube dont la partie supérieure débouche au-dessous du plan horizontal contenant l'extrémité de la mèche. Le tube central aboutit à un réservoir d'oxygène. En allumant la lampe et en faisant arriver ainsi au centre de la flamme un jet d'oxygène convenablement réglé, on produit une flamme qui est très blanche, et dont l'intensité se rapproche de la lumière oxyhydrique. Lorsqu'on l'allume sans oxygène, elle donne une flamme fuligineuse qui n'éclaire pas ; mais, quand on fait arriver ce gaz, elle prend une intensité rapidement croissante, et elle atteint son maximum dans un temps très court : si bien que, si l'on met la flamme intense au foyer d'une lentille, de façon à produire un faisceau lumineux parallèle sur un écran éloigné, ce faisceau est très éclairant, tandis qu'il est à peu près obscur avec la flamme non alimentée de gaz.

Il en résulte la possibilité de faire varier rapidement son intensité d'une quantité considérable, et par suite, de l'utiliser économiquement pour faire des signaux lumineux intermittents. Il suffit, pour cela, de faire dégager l'oxygène brusquement au centre de la flamme et de le supprimer brusquement. L'oxygène enfermé dans un réservoir peut se dégager par le mouvement d'une clef. Quand la clef se relève, le jet d'oxygène cesse ; de telle sorte qu'on manipule, en quelque sorte, l'oxygène, à l'aide d'une manœuvre aussi simple que celle qui constitue la manipulation d'un courant électrique dans le système de Morse.

— D'après M. *Chappuis*, le spectre d'absorption de l'oxygène ozonisé par l'effluve électrique, observé à l'aide d'un spectroscope, présente onze bandes obscures bien nettes dans la partie ordinairement visible du spectre.

En dressant une carte de ces bandes, et la comparant aux cartes des bandes telluriques, on constate la correspondance d'une bande dans l'orangé avec la raie α signalée par Angström. Sur la carte d'Angström, est figurée, entre la raie D et la raie α, une bande qui s'étend de 606 à 613, et dont une partie coïncide avec la bande la plus large, due à l'ozone. Dans le jaune, vers la raie D, est une bande d'absorption δ ; or, dans cette même région, se trouve une bande due à l'ozone et qui possède une partie commune avec δ.

La stabilité relative de l'ozone à basse pression et à basse température, la production presque incessante de ce corps par les décharges électriques, en font un élément important des hautes régions atmosphériques ; sa couleur bleue joue donc certainement un rôle dans la coloration du ciel. La comparaison des spectres permettra d'apprécier la proportion d'ozone contenue dans les couches d'air traversées par les rayons lumineux, et par suite de reconnaître si ce gaz suffit à lui seul pour expliquer le bleu du ciel, ou s'il n'a qu'une part dans la production de ce phénomène.

— M. *A. Ditte*, étudiant l'action de l'acide chlorhydrique sur les chlorures métalliques, a constaté que tous viennent se ranger dans deux catégories très nettes : les uns se dissolvent d'autant mieux que la liqueur acide est plus concentrée ; la solubilité des autres diminue, au contraire, dans les mêmes circonstances.

Les chlorures dont l'acide chlorhydrique augmente la solubilité se divisent en deux groupes : les uns, excessivement solubles dans l'acide concentré, forment avec cet acide des combinaisons cristallisées (mercure, or, platine, bismuth, antimoine); les autres (argent, calomel, sous-chlorure de cuivre), toujours très peu solubles, même à chaud, ne donnent, par refroidissement, que le chlorure anhydre. L'étude des chlorures que l'acide chlorhydrique précipite de leurs dissolutions aqueuses conduit aux mêmes remarques.

— M. *L. Varenne* a préparé, dans la série du fluor, le composé correspondant au corps obtenu par M. Peligot, en traitant par l'acide chlorhydrique le bichromate d'ammoniaque.

Quand on verse sur le bichromate d'ammoniaque finement pulvérisé de l'acide fluorhydrique en excès, on voit la liqueur se foncer rapidement, tout en restant parfaitement limpide. On obtient ainsi une infinité de petits cristaux brillants, enchevêtrés, d'une belle couleur rouge, plus claire que celle du bichromate de potasse. Ces cristaux répondent à la formule $AzH^4Fl, 2CrO^3$ ou AzH^4O, CrO^3, CrO^2Fl.

Ils peuvent rester assez longtemps exposés à l'air sans subir d'altération; cependant peu à peu leur aspect se modifie : ils brunissent légèrement; ils attaquent le verre et doivent être conservés dans des récipients en platine ou en verre soigneusement paraffinés. Soumis dans un tube à l'action de la chaleur, ils se décomposent avec énergie, en laissant pour résidu une poudre vert sale, en même temps qu'il se dégage un gaz attaquant le verre.

— MM. *G. Bouchardat* et *Charles Richet* ont étudié les dérivés chlorés de la strychnine. Si on fait passer dans une solution concentrée et tiède de chlorhydrate de strychnine une quantité pesée de chlore, la solution prend une couleur rouge intense. En ajoutant de l'ammoniaque on précipite un mélange de strychnine, de strychnine monochlorée et de produits plus chlorés. Le précipité est repris par de l'alcool concentré, qui laisse indissoute presque toute la strychnine. Le chlorhydrate de strychnine monochlorée est très soluble dans l'eau chaude ; sa solution dépose d'abord par évaporation spontanée des cristaux, puis il se sépare une masse huileuse qui n'est que du chlorhydrate en surfusion et qui se redissout en entier dans l'eau. La strychnine monochlorée est très soluble dans le chloroforme, l'éther et l'alcool concentré. Sa composition répond à la formule $C^{41}H^{21}ClAz^2O^4$. Traitée par l'acide sulfurique et le bichromate de potasse, elle produit une magnifique coloration rouge pourpre, différente de la coloration gris violacé que donne la strychnine. L'acide sulfurique mêlé à l'acide nitrique la colore en cerise intense, tandis que la strychnine ne donne rien. Soumise pendant une heure à l'action de potasse alcoolique bouillante, elle se transforme en un sel potassique cristallisant facilement et décomposable par l'acide carbonique. Il n'y a pas dans cette action formation de chlorure de potassium ; la strychnine monochlorée fixe seulement trois molécules d'eau pour donner un dérivé chloré analogue à la trihydrostrychnine, préparée par MM. Étard et Gal en faisant agir à haute température la baryte hydratée sur la strychnine. On peut d'ailleurs reproduire facilement la trihydrostrychnine en faisant agir pendant deux heures la potasse alcoolique bouillante sur la strychnine. La monochlorostrychnine est un poison presque aussi toxique que la strychnine et lui ressemble beaucoup. A la dose de $0^{gr},0015$, elle a provoqué des convulsions violentes

et mortelles chez un chien de 9 kilogrammes. En faisant passer à refus du chlore dans du chlorhydrate de strychnine refroidi, la liqueur se décolore, et il se forme un dépôt blanc qui est un mélange de strychnines di et trichlorée ne formant plus de sels définis avec les acides. Pour avoir la strychnine trichlorée, on lave le précipité avec de l'eau acide, qui enlève toute la strychnine bichlorée. Le résidu, lavé à l'eau tiède, est dissous dans l'alcool, d'où la strychnine trichlorée se sépare à la longue et difficilement, sous forme de cristaux microscopiques se colorant à l'air et possédant la composition $C^{42}H^{19}Cl^{3}Az^{2}O^{4}$. La strychnine trichlorée insoluble à l'eau, soluble dans l'éther et le chloroforme, peu soluble dans l'alcool froid, ne se combine pas aux acides, quoique se dissolvant très peu dans l'eau acidulée. Elle ne donne pas de coloration spéciale par l'acide sulfurique et le bichromate de potasse se colore en pourpre par l'acide nitrosulfurique. Par l'action de la potasse alcoolique bouillante, elle fournit aussi un corps se combinant aux alcalis forts en donnant des sels décomposés par l'acide carbonique, sans qu'il y ait formation de chlorure alcalin : c'est l'hydrostrychnine trichlorée. Ces deux corps, la strychnine perchlorée et l'hydrostrychnine perchlorée, n'ont presque aucune action physiologique à la dose de $0^{gr},5$ à 1 gramme : c'est là une différence essentielle avec la strychnine monochlorée.

— M. *U. Gayon* pense que la fermentation est la cause de l'altération spontanée des sucres bruts de canne.

En effet, tous les sucres de canne examinés au microscope ont présenté des organismes de la nature des levures alcooliques, des torulas ou des moisissures; les sucres colorés et riches en eau, glucose et matières azotées en renferment plus que les sucres blancs et secs. La chaleur et l'humidité augmentent le nombre et la jeunesse des cellules végétales, en même temps qu'elles favorisent la production du sucre réducteur. Les sucres très riches en glucose contiennent du ferment inversif, précipitable par l'alcool et jouissant des mêmes propriétés que le ferment inversif de la levure de bière. Les agents antifermentescibles, neutres, empêchent la transformation du sucre et le développement des organismes microscopiques.

— M. *Aug. Charpentier* a continué ses recherches sur la sensibilité lumineuse; il a déterminé, pour des surfaces d'étendue variable, quel était le minimum d'éclairement, c'est-à-dire la plus petite lumière par unité de surface nécessaire pour *provoquer* une sensation lumineuse. Il a ainsi constaté que l'éclairement nécessaire devait être d'autant plus fort que la surface lumineuse était moindre, tellement que le produit de l'un par l'autre était à très peu près constant, tandis que pour certaines dimensions, le même éclairement est suffisant pour des images moins étendues. Ce fait conduit à penser qu'il doit y avoir un territoire particulier dans la rétine, territoire auquel il faudrait, pour être mis en excitation, une quantité de lumière déterminée et indépendante de l'étendue suivant laquelle elle se disséminerait. Ce territoire correspondrait exactement, et par sa position et par ses dimensions, à la *fovea centralis*.

— M. *J. Joyeux-Laffuie* a fait quelques recherches anatomiques sur l'Onchidie (*Onchidium*, Ouv., *Oncidiella celtica*, Gray). Sur la face ventrale de l'Onchidie, on aperçoit vers la partie postérieure du pied, en arrière de l'anus et de l'orifice génital femelle, une ouverture située sur le bord du manteau. Cette ouverture circulaire, que l'animal ouvre et ferme à volonté, fait communiquer avec l'extérieur un organe situé dans l'épaisseur du manteau. Cet organe, de couleur jaune brunâtre, s'aperçoit vaguement par transparence à travers le manteau sur l'animal ouvert. Il présente deux culs-de-sac situés, l'un à droite, l'autre à gauche, dans l'épaisseur du manteau, et réunis à la partie postérieure par une portion plus étroite à laquelle correspond l'orifice extérieur. Si l'on fait une coupe de l'organe, on voit qu'il est constitué par des aréoles de forme irrégulière tapissées de cellules globuleuses, légèrement jaunâtres, présentant dans leur intérieur de l'acide urique. A ce caractère on reconnaît le tissu rénal des mollusques.

Le cœur de l'onchidie est un cœur d'opistobranche, logé dans une cavité péricardique creusée aux dépens du manteau. Au ventricule piriforme fait suite une aorte unique, qui se dirige en ligne droite vers les centres nerveux. Le sang, après avoir parcouru les dernières ramifications artérielles, tombe dans la cavité générale, où il baigne les différents organes qui y sont contenus. De là il pénètre par trois séries d'ouvertures en forme de boutonnières dans trois sinus d'où partent de nombreux vaisseaux qui se dirigent vers la partie externe du manteau. Là ils se ramifient en formant un réseau vasculaire très riche. Le sang, après avoir traversé ce lacis vasculaire, se rend dans deux vaisseaux qui se portent à l'oreillette. La surface extérieure du manteau et les nombreux prolongements qui la recouvrent sont évidemment le siège de la respiration.

— D'après M. *Dieulafait*, toutes les serpentines de la Corse sont plus anciennes que la base de l'infralias à *Avicula contorta*. Les serpentines de la Corse sont des roches sédimentaires; elles ont pour origine, de même que les substances métallifères qu'elles renferment toujours, des vases d'estuaires dont les matériaux ont été empruntés aux roches de la formation primordiale.

— M. *Hébert* partage l'opinion de M. Dieulafait sur l'âge des serpentines de Corse, qui, comme celles des Alpes, sont de la fin de la période triasique. Il croit, comme lui, que ces serpentines n'ont point fait éruption à l'état de fusion ignée, mais, que la serpentine est un produit d'injection de matières plus ou moins fluides ou boueuses.

AVIS

Le propriétaire-gérant : GERMER BAILLIÈRE.

TABLE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS LE TOME XIX DE LA DEUXIÈME SÉRIE

(JUILLET 1880 A JANVIER 1881)

AGRICULTURE.

ANTHROPOLOGIE.

ASTRONOMIE.

BOTANIQUE.

CHIMIE.

DÉMOGRAPHIE.

ÉCONOMIE POLITIQUE.

GÉODÉSIE.

GÉOGRAPHIE.

GÉOLOGIE.

GÉOMÉTRIE.

HISTOIRE DES SCIENCES.

HYGIÈNE.

INDUSTRIE.

MÉDECINE.

MÉTALLURGIE.

MÉTÉOROLOGIE.

MINÉRALOGIE.

PHYSIOLOGIE.

PHYSIQUE.

PSYCHOLOGIE.

TRAVAUX PUBLICS.

ZOOLOGIE.

BULLETIN DES SOCIÉTÉS SAVANTES.

Académie des sciences.

BIBLIOGRAPHIE.

Publications nouvelles.

Sommaires des principaux recueils de mémoires originaux (1).

(1) Les chiffres en italique désignent les sommaires contenus dans le tome XVIII.

CHRONIQUE.

ENSEIGNEMENT PUBLIC ET CONGRÈS SCIENTIFIQUES

ENSEIGNEMENT PUBLIC FRANÇAIS.

Académie des sciences de Paris.

Collège de France.

Muséum d'histoire naturelle.

Thèses de la Faculté des sciences de Paris.

Faculté de médecine de Paris.

CONFÉRENCES DU LABORATOIRE DE M. WURTZ

Faculté de médecine de Bordeaux.

TABLE ALPHABÉTIQUE DES AUTEURS

Tome XIX. — Juillet 1880 à Janvier 1881.

TABLE ANALYTIQUE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS LE PREMIER SEMESTRE DE LA DIXIÈME ANNÉE

Tome XIX de la deuxième série

(JUILLET 1880 A JANVIER 1881)

D

E

F

G

PARIS. — Impr. C. CLAYE. — A. QUANTIN et Cⁱᵉ, rue Saint-Benoît. [2030]

3 gal
157+

